

附件 2

2019 年度国家虚拟仿真实验教学项目申报表

学 校 名 称	北京林业大学
实 验 教 学 项 目 名 称	低影响开发绿地循证设计和建造虚拟仿真实验
所 属 课 程 名 称	风景园林设计
所 属 专 业 代 码	082803
实 验 教 学 项 目 负 责 人 姓 名	王向荣
有 效 链 接 网 址	http://linye.bjfu.owvlab.net/virexp/kfvd

教育部高等教育司制

二〇一九年八月

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	王向荣	性别	男	出生年月	1963年5月
学历	研究生	学位	博士	电话	010-62336634
专业技术职务	教授	行政职务	院长	手机	13701301540
院系	园林学院			电子邮箱	wxr@dyla.cn
地址	北京林业大学 10 号信箱		邮编	100083	
<p>负责人简介：</p> <p>王向荣，北京林业大学园林学院院长、教授、博士生导师，北京林业大学风景园林学一流学科负责人、城乡人居生态环境学北京市高精尖学科负责人、美丽中国人居环境研究院院长，；北京林业大学学术委员会副主任委员、风景园林学科群建设小组组长；兼任国家林业草原局风景园林工程技术研究中心主任、城乡园林景观建设国家林业草原局重点实验室主任；国际风景园林教育学会会士、住房与建设部风景园林专家组成员、中国风景园林学会常务理事、中国城市规划学会常务理事、中国风景园林学会教育工作委员会秘书长、中国建筑学会园林景观分会副主任委员、中国建筑文化艺术协会环境艺术专业委员会委员、中国科协风景园林规划与设计首席传播者；香港大学荣誉教授（2006-2008）、天津大学、西南大学、南京林业大学、浙江农林大学、北京建筑大学、北方工业大学客座教授；《风景园林》主编、《中国园林》副主编。</p> <p>北京市教学名师，宝钢教育奖优秀教师。指导学生获得国际和国家级设计竞赛奖项 16 项，包括国际风景师联合会（IFLA）国际大学生风景园林设计竞赛一等奖三次，联合国教科文组织（UNESCO）大奖一项、IFLA 亚太区大学生风景园林设计奖等国内外重要奖项。作为主要完成人获批国家级高等学校“综合改革试点”园林专业建设、“十二五”国家级园林实验教学示范中心建设。获得国家级教学成果二等奖 1 次，北京市教育教学成果一等奖 1 次、二等奖 3 次。</p>					

教学研究情况：

(1) 研究课题

- ①风景园林学一流学科建设项目，中央高校建设世界一流大学（学科）和特色发展引导专项资金项目，2017-2021，主持人
- ②风景园林学科发展建设研究，北京林业大学科技创新计划项目，2017-2018，负责人
- ③园林专业综合改革试点项目，教育部本科专业综合改革试点项目，2012-2014，参与人
- ④国家级园林实验教学示范中心建设，教育部国家级实验教学中心建设项目，2012-2015，参与人

(2) 教学研究论文

- ①北京林业大学风景园林学硕士课程体系与教学方式的探讨，《风景园林》，2016.01
- ②五本书和一片园圃，《中国园林》，2011.06
- ③风景园林课程论，《第三届全国风景园林教育学术年会论文集》，2008
- ④北京林业大学风景园林规划与设计学科的研究生教学体系，《风景园林》，2006.05

(3) 教学表彰

- 2010 年宝钢优秀教师奖
- 2012 年北京市高等教育教学成果二等奖
- 2017 年北京市高等教育教学成果一等奖
- 2018 年国家级教学成果二等奖

学术研究情况：

(1) 研究课题

- ①基于城市绿地空间优化的园林博览会影响机制和指标评价体系研究，国家自然科学基金，2015-2018，负责人
- ②园林景观设计资源服务平台建设，北京市科技计划项目，2017-2019，负责人
- ③城乡绿色生态网络理论研究团队，城乡生态环境北京实验室，2015-2018，负责人
- ④北京市城乡绿地生态网络格局优化研究，北京市支持中央在京高校共建项目，2016，负责人

(2) 学术论文

- ①国土景观视野下的中国传统山—水—田—城体系，《风景园林》，第 1 作者，

2018

②自然与文化视野下的中国国土景观多样性,《中国园林》,第 1 作者,2016

(3) 学术研究奖励

①亚非中东地区风景园林杰出奖(重庆市云阳沙滩及水上公园),国际风景园林师联合会,第 1 完成人,2018

②亚非中东地区风景园林杰出奖(浙江宁波塘河网络弹性复兴),国际风景园林师联合会,第 1 完成人,2018

③亚非中东地区风景园林杰出奖(山东济宁市基于煤炭塌陷地的环城生态绿带总体规划),国际风景园林师联合会,第 1 完成人,2018

④亚非中东地区风景园林荣誉奖(福建省厦门中山公园景观更新),国际风景园林师联合会,第 1 完成人,2018

⑤亚太地区风景园林杰出奖(山东潍坊水网生态绿化规划),国际风景园林师联合会,第 1 完成人,2017

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	王向荣	园林学院	教授	院长	项目主持人	
2	郑曦	园林学院	教授	副院长	实验框架设计	在线教学服务人员
3	王鑫	园林学院	讲师	教师	实验框架设计	在线教学服务人员
4	戈晓宇	园林学院	副教授	教师	实验框架设计	在线教学服务人员
5	张诗阳	园林学院	讲师	教师	实验框架设计	在线教学服务人员
6	蔡凌豪	园林学院	讲师	教师	实验框架建模	
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	裴超奇	北京润尼尔网络科技有限公司	软件工程师	项目主管	项目开发、维护及优化	技术支持
2	王运	北京润尼尔网络科技有限公司	软件工程师	技术总监	项目开发维护	技术支持
项目团队总人数： <u>8</u> （人）高校人员数量： <u>6</u> （人）企业人员数量： <u>2</u> （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>低影响开发绿地循证设计和建造虚拟仿真实验</p>
<p>2-2 实验目的</p> <p>为适应我国风景园林建设事业发展的需求，以培养高水平风景园林人才为目标，按照“虚实结合、以虚补实”的原则，以风景园林景观中应用最前沿的低影响开发绿地的建设为切入点。选取适合该类绿地的木结构和钢结构材质的廊架及多种建设雨水花园所需的植物，采用 3D 建模、动画等技术自主研发低影响开放绿地的景观建设虚拟仿真实验，解决现实中专业化风景园林建设人才培养的瓶颈：</p> <p>(1) 风景园林教学中设计与建构实践缺乏衔接，由于存在建构过程复杂，建构周期时间长的特点。当前风景园林设计课程中，学生多以绘图为学习手段，无法按照图纸进行真实的建构实践。</p> <p>(2) 风景园林建构资源具有稀缺性，由于实际教学场地资源重复使用难度大，多种材料的建构需要比较长的时间去理解和训练，而实际中施工过程又不可逆，材料成本高昂，无法反复多次进行建构练习。</p> <p>(3) 风景园林设计量化评价不足，由于传统风景园林设计评价多是基于主观的艺术感知，对场地的认知容易受到环境的限制，缺乏量化场地的生态效益的评价体系，学生难以通过建构的成果来对设计进行不断循证优化修正。</p> <p>风景园林设计学习是一个包含理论和实践的综合过程，教学中实践操作具有重要的价值。为解决专业化园林建设人才培养过程中的问题，实现国家培养卓越人才和创新人才的战略目标。我校依托教育部工程技术研究中心——教育部园林环境工程中心和我校的园林设计教研室和园林工程教研室的优秀人才团队，结合风景园林设计课程、风景园林工程课程、风景景观水文课程、风景园林计算机辅助设计课程、植物景观设计等多课程多学科交叉融合的研究成果，在“风景园林设计”课程中开设此虚拟仿真实验，利用虚拟仿真技术，在虚拟环境中将低影响开发绿地的建构过程融入教学实践，并且可以对不同情景条件下低影响开发绿地的建构成果进行评价，将学生设计绘图与实地建构结合起来，打破了传统教学中风景园林设计在建构过程中的不可重复及资源利用成本过高的局限性，提高了学生在多情景下的循证设计思维分析能力，增强设计成果的科学性。同时增加对场地环境生态、经济等多方面设计要素的认知。</p>

旨在通过本项目达到如下实验目的：

(1) **节约教学资源，节省教学成本**，老师可带领学生在虚拟仿真平台上完成难以在实际中完成的低影响开发绿地的建构。

(2) **提高教学效率**，教师可通过平台实时掌握学生设计成果，及时指导。

(3) **提升学生理论应用实践的能力**，通过在虚拟环境中搭建低影响开发绿地（廊架、铺装场地、雨水花园）场景，掌握建设具体流程、建构的方法。

(4) **锻炼学生多情景思维分析能力**，通过模拟多情景下低影响开发绿地建设中的多种材料的搭建步骤，理解低影响开发绿地的建造的特点。

(5) **培养学生建立循证设计的基本能力**，通过学习景观绩效评价的概念、评价基本流程，理解循证设计研究的思路原理。

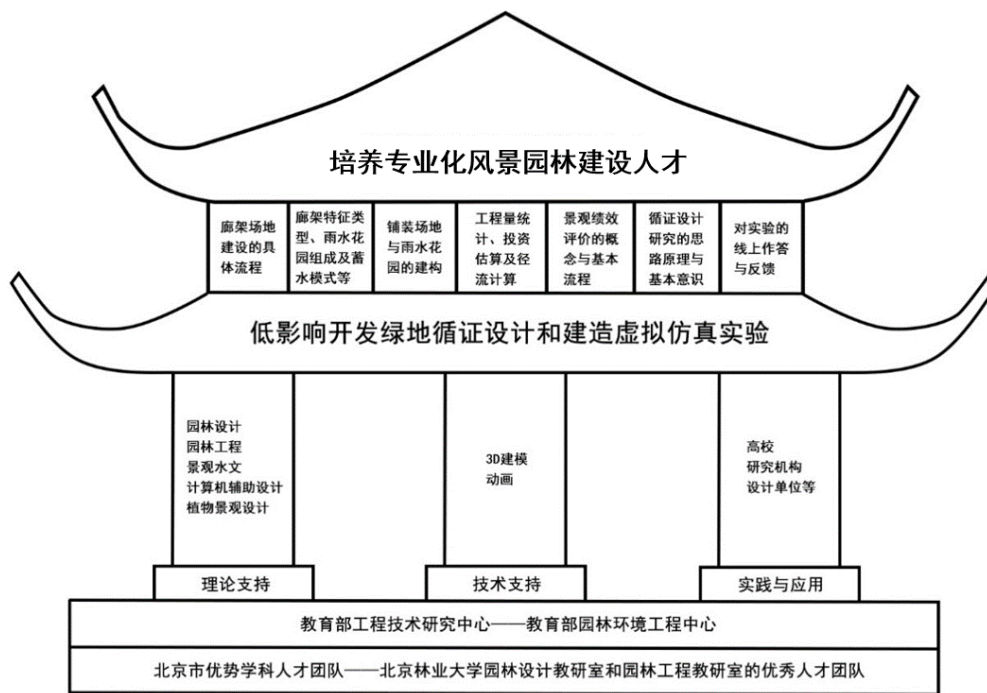


图 1 实验项目架构

2-3 实验课时

(1) 实验所属课程所占课时：12 课时

(2) 该实验项目所占课时：

场地与廊架建构虚拟仿真实验：4 课时

雨水花园建构与种植设计虚拟仿真实验：4 课时

场地雨洪过程模拟及绩效评价循证研究虚拟仿真实验：4 课时

2-4 实验原理

(1) 实验原理

低影响开发绿地（廊架和雨水花园）的景观建设虚拟仿真实验，以风景园林循证设计理论为指导，综合运用计算机虚拟现实技术，让学生能够在设定的虚拟教学空间中进行硬质景观和软质景观的建构，解决实际空间中无法开展建构实验的问题，了解各类型建构材料的特性和使用效果。

①风景园林设计的相关理论作为实验的基础

实验依照循序渐进的原则首先进行比较简单的风景园林硬质景观设计和建构和评价实验，该实验内容少，相关知识点比较简单，适合低年级学生开展实验。针对高年级学生开展更为复杂的风景园林软质景观设计建构和评价实验，该实验涵盖了风景园林设计的各知识点，综合性较强。

②进行低影响开发工程设计，了解实验涉及到的硬质与软质材料

低影响开发是一种可轻松实现城市雨水收集利用的生态技术体系。通过分散的、小规模源头控制来达到对暴雨所产生的径流和污染的控制，使开发项目尽量接近于自然的水文循环。

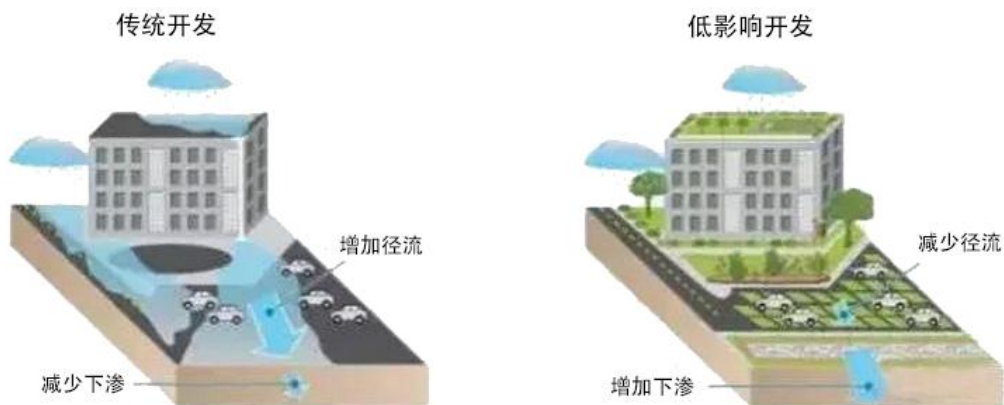


图2 传统开发方式与低影响开发模式对比

③景观绩效评价作为循证设计的依据

风景园林设计成果建构完成后，可以模拟不同环境条件下的设计成果的功能效果，并作出绩效评价（图3），获取不同方案的评价结果，作为循证设计的依据，学生根据循证结果进行方案的修改和调整，并进入下一阶段的循环评价和优化过程。



图3 景观绩效效益框架

(2) 对应知识点 (见图4)

从风景园林设计建构实验、低影响开发工程设计实验、景观绩效评价实验三方面设置知识点：共 25 个：

风景园林设计建构实验知识点

- (1) 风景园林规划设计理论应用
- (2) 校园开放空间设计
- (3) 空间布局、功能组织、竖向设计
- (4) 风景园林构筑物设计
- (5) 钢结构认知
- (6) 木结构认知
- (7) 现代钢木结构廊架设计
- (8) 传统木结构廊架设计

低影响开发工程设计实验知识点

- (1) 园路工程
- (2) 园路面层材料认知
- (3) 园路构造材料认知
- (4) 园路面层设计
- (5) 园路技术设计
- (6) 园路工法设计

- (7) 园林概预算；材料概预算认知与控制
- (8) 雨水花园设计方法
- (9) 给排水工程：雨水径流有组织排放
- (10) 场地工程：地表径流组织
- (11) 径流产流计算
- (12) 调蓄容量计算

景观绩效评价实验知识点

- (1) 循证设计研究方法原理
- (2) 景观绩效评价计算原理
- (3) 景观绩效评价计算方法
- (4) 乔灌木树种认知和景观配植
- (5) 地被花卉认知和景观配植

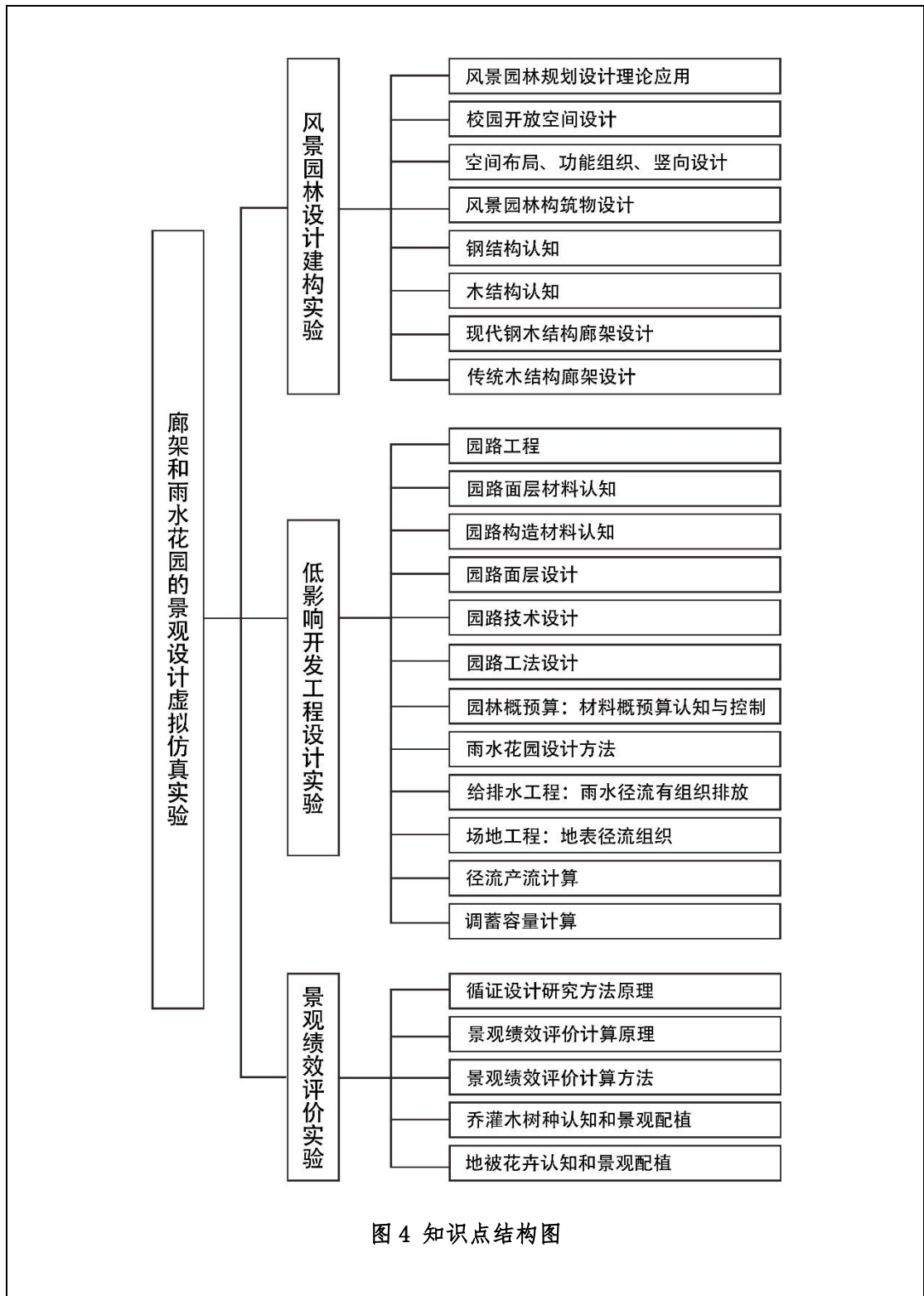


图 4 知识点结构图

2-5 实验仪器设备（装置或软件等）

(1) 北京林业大学自主知识产权实验软件

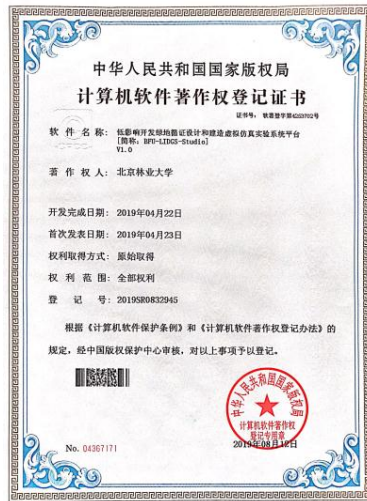


图 5 软件著作权证书

已申请低影响开发绿地循证设计和建造虚拟仿真实验系统平台[简称：BFU-LIDGS-Studio]v1.0 计算机软件著作权。（软件著作权证书见图 5）

该软件应用 3D 仿真技术构建了低影响开发绿地（廊架和雨水花园）真实场景，呈现了廊架材质的选择、搭建方式、雨水花园的蓄水模式等活动场景。以廊架建构和雨洪模拟为主线，引导学生正确了解低影响开发绿地（廊架和雨水花园）的建设流程。

(2) 虚拟仿真实验模型

本实验涉及的主要仪器有现代廊架、古典廊架、钢架、黑心菊、桔梗、山桃草、枫杨、榆树、紫叶李模型等（见图 6-图 7、表 1）

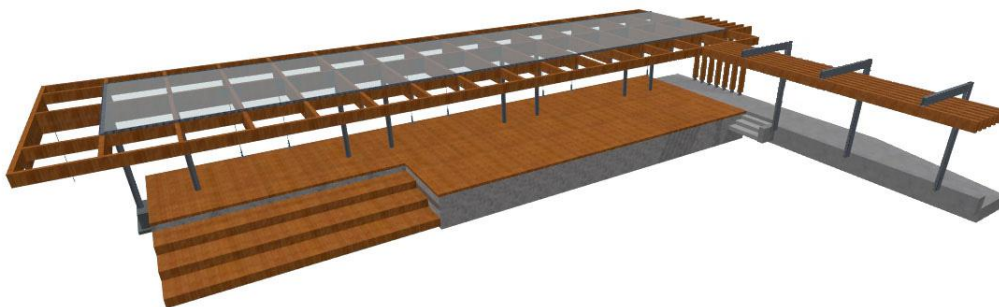


图 6 现代廊架模型

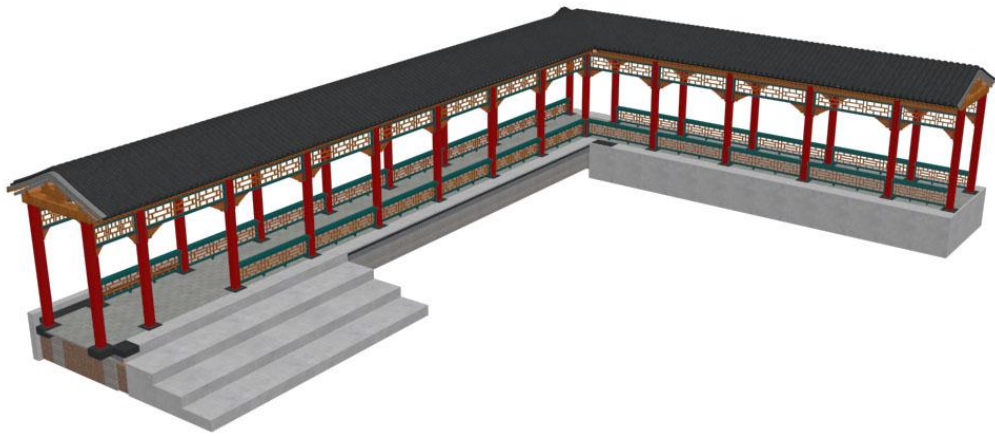




















图 7 古典廊架模型

表 1 植物模型及景观绩效数据

植物名称	模型图片	节约能源量 (度/年)	吸收 SO ₂ (g/年)	吸收氟化物 (g/年)	滞尘量 (Kg/年)	固碳量 (磅/年)
云杉		25.00	134.75	0.31	20.75	108
华山松		23.00	264.11	0.61	40.67	98
榆树		38.00	179.52	9.42	20.47	140

植物名称	模型图片	节约能源量 (度/年)	吸收SO ₂ (g/年)	吸收氟化物 (g/年)	滞尘量 (Kg/年)	固碳量 (磅/年)
楸树		26.00	79.79	4.19	9.10	146
枫杨		56.00	221.63	11.63	25.28	220
秋花 北京栾		24.00	108.60	5.70	12.38	146
紫叶李		25.00	108.60	5.70	12.38	146
美人梅		18.00	79.79	4.19	9.10	130
山杏		32.00	79.79	4.19	9.10	145
五色菊		5	6.30	0.54	0.1	18
旋涡千 屈菜		6	8.10	0.68	0.1	22

植物名称	模型图片	节约能源量 (度/年)	吸收SO ₂ (g/年)	吸收氟化物 (g/年)	滞尘量 (Kg/年)	固碳量 (磅/年)
粉萼鼠尾草		8	8.10	0.77	0.3	32
虞美人		5	8.10	0.63	0.7	20
宿根鼠尾草		8	7.20	0.72	0.6	16
桔梗		10	9.00	0.90	0.8	38
黑心菊		6	7.20	0.63	0.7	22
柳叶马鞭草		8	8.10	0.77	0.6	30
山桃草		5	5.40	0.50	0.3	18

2-6 实验材料（或预设参数等）

本虚拟仿真实验教学项目线上基于 3D 建模的虚拟实验环境及对象，不需消耗类或易损类实验材料，项目以北京某大学真实校园环境为依托，设计建构低影响开放绿地环境，主要包括低影响开发绿地（廊架和雨水花园）的构建，场景完全一致。学生可以自主设计实验流程，选择相应参数，实施园林虚拟建设流程，满足实验教学需求，实验中所涉及的参数如下：

（1）廊架结构类型：钢木结构、木结构。

（2）廊架样式：现代样式的廊架、古典样式的廊架。

（3）铺装地面建材种类：花岗岩、烧结砖、水泥砖、水泥透水砖、砂基透水砖、陶瓷透水砖。（见表 2）

表 2 地面铺装建材规格及构造

材料类型	常见规格	构造（建造顺序由下至上）
花岗岩	30 厚 100*100;	30 厚 1:3 水泥砂浆;
	30 厚 300*150;	100 厚 C20 混凝土;
	30 厚 300*300;	150 厚 3:7 灰土;
	30 厚 300*600;	素土夯实;
烧结砖		30 厚 1:3 水泥砂浆;
	30 厚 100*100;	100 厚 C20 混凝土;
	30 厚 100*200;	150 厚 3:7 灰土;
		素土夯实;
水泥透水砖	30 厚 100*100;	30 厚粗砂找平层;
	30 厚 100*200;	300 厚级配碎石垫层;
		素土夯实;
菠萝格防腐木		50*50 防腐木龙骨;
		100 厚 C20 混凝土;
	50*100 截面;	150 厚 3:7 灰土;
		素土夯实;
砂基透水砖		30 厚粗砂找平层;
	30 厚 100*100;	300 厚级配碎石垫层;
	30 厚 100*200;	素土夯实;
陶瓷透水砖		30 厚粗砂找平层;
	30 厚 100*100;	300 厚级配碎石垫层;
	30 厚 100*200;	素土夯实;

(4) 植物种类：乔木（见表3）

表3 乔木种植表

树种	拉丁名	高度 m	冠幅 m	胸径 cm
云杉	<i>Picea asperata</i>	5.5-6.5	2-2.5	——
华山松	<i>Pinus armandii</i>	5.5-6	3-3.5	——
榆树	<i>Ulmus pumila</i>	4.5-5	3.5-4.5	13-15
楸树	<i>Catalpa bungei</i>	6-7	3	13-14
枫杨	<i>Pterocarya stenoptera</i>	4-5	4-5	11-12
秋花北京栎	<i>Koelreuteria paniculata</i>	4-5	3-3.5	11-12 地径
紫叶李	<i>Prunus cerasifera f. atropurpurea</i>	3.5	3-3.5	10-12 地径
美人梅	<i>Prunus × blireana cv. Meiren</i>	3-3.5	2.5-3	10-12 地径
山杏	<i>Armeniaca sibirica</i>	2.5-3.5	2-3	8-10 地径

(5) 植物种类：草本植物（见表4）

表4 草本种植表

种类	拉丁名	株高 cm	栽植密度株/m ²
五色菊	<i>Brachycome iberdifolia</i>	20-25	12
旋涡千屈菜	<i>Lythrum salicaria</i>	50-80	16
粉萼鼠尾草	<i>Salvia farinacea</i>	40-50	12
虞美人	<i>Papaver rhoeas</i>	50-70	10
宿根鼠尾草	<i>Salvia japonica</i>	50-70	4
桔梗	<i>Platycodon grandiflorus</i>	60-100	8
黑心菊	<i>Rudbeckia hirta</i>	50-60	10
柳叶马鞭草	<i>Verbena bonariensis</i>	60-80	12
山桃草	<i>Gaura lindheimeri</i>	30-45	1

(6) 降雨数据 (见表 5)

表 5 北京地区典型降雨量资料

重现期	最大 24 小时降雨量 mm	参考规范
1 年一遇	45	《雨水控制与利用工程设计规范 DB11/685-2013》
2 年一遇	81	
3 年一遇	108	
5 年一遇	141	
10 年一遇	209	
20 年一遇	270	
50 年一遇	350	
100 年一遇	416	

(7) 雨水花园建构 (见表 6)

表 6 雨水花园建构

分项	示意图片	构造 (建造顺序由下至上)	相对高差关系
下沉式绿地 以 1*1m 为模块		300 厚种植土; 300 厚碎石层; 素土夯实;	低于周边地面的绿地 200mm
生物滞留池 以 1*1m 为模块		50 厚碎石层; 300 厚种植土; 300 厚碎石层; 素土夯实;	低于周边地面的绿地 300mm
渗透塘 以 1*1m 为模块		300 厚种植土; 300 厚碎石层; 素土夯实;	低于周边地面的绿地 600mm
模块蓄水池 以 1*1m 为模块		模块化搭建;	在地下 1.5m 以下

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）

本实验教学项目依托北京林业大学教育部园林环境工程中心，利用现代信息技术等手段，大力推进实验教学改革，结合学校的实际教学情况，自主研究并实行了以虚拟沉浸式环境体验为依托，以学生熟悉的校园环境中实际建成并使用的园林景观为教学内容，以虚拟构建园林景观、回答相关园林景观建构问题、对雨洪模拟和景观绩效的结果进行循证学习为教学方式，开展自主式、合作式、探究式的学习方式，致力于培养学生的问题意识、创新精神、主动学习能力和自我反思能力。

（1）使用目的

① 激发学生建造认知和循证设计的学习兴趣

在虚拟环境中，学生能够通过仿真模拟的方式，观察和参与风景园林设计从选址到建造整个流程。通过模拟实体建造的真实环境，多种样式廊架、雨水花园、铺装场地建造过程，建造后续的工程、经济指标估算与景观绩效的具体测算过程，能够让学生深入细致地了解风景园林设计建造的真实情景，并将课堂所学知识与实践紧密结合。真实、具体、互动的学习方式不仅激发了学生深入研究实体建造的兴趣，也增加了学生对理论知识理解的维度，充分认识风景园林学科艺术与技术相结合的学科特色，提升对专业学习的兴趣。

② 提升学生理论联系实际、自主学习等能力

虚拟仿真实验解决了风景园林实体建造不可逆的问题。在虚拟环境中，学生能够针对兴趣点和课程重点难点进行反复练习操作，既能将实体建造技术与理论知识紧密结合，又能获得实体建造一般流程的具体认识；学生也可选择联系模式或自主设计实验，对理论课程中较为抽象的概念进行具象化延伸，转化为实践操作和真实情景。这种灵活的方式能够激发学生自我学习与不断反思的意识，使学生的课堂学习效果和自主学习能力得到不断提升。

③ 提高学生专业课程的学习效率

本实验为学生提供了线上课堂，使学生可以不受时间和空间的限制，随时进行实验。虚拟搭建的实验场景提供了良好的沉浸感和较高的逼真性，通过较低成本、灵活性强、参与程度高的方式，缩短了实验周期，提升了实验的针对性。系统自动评分功能有助于学生得到及时反馈，从而及时发现问题和解决问题，大幅度提高了学生的学习效率。

(2) 实施过程 (见图 8)



① 虚拟沉浸式环境体验

学生进入虚拟的校园场景，对建造场地的基础条件和现状地物产生直观形象地感知，体验物理环境的空间、布局 and 结构；掌握建造过程与实体环境的真实交互方式，以及实体建造流程的真实操作方法；利用还原建造过程掌握廊架、铺装场地及雨水花园的建造标准；通过可视化的方法对园林建设的经济、技术、工程指标和生态、经济效益有初步的感知与理解。

② 案例与问题导向认知

在场地认知环节，以场地上的廊架、铺装场地和雨水花园为具体学习案例，让学生通过对建造场地的观察和后续廊架、铺装场地和雨水花园的选址进行对比分析，并结合系统对选址情况的解释，完成对设计选址的疑点辨析。

在建造过程环节，系统结合结构选型、构造组成、工程做法、施工时序等理论知识点对学生进行提问，要求学生针对实时过程回答相应的问题，深刻认识建造过程的步骤、合理性与具体细节。

进入雨洪模拟环节后，系统向学生提出问题，要求学生对降雨后的径流

计算进行分析，了解末端收集、下渗消减等问题。

指标与效益估算环节，系统针对上述过程提出相关需求，引导学生自主选择测算方案，帮助学生理解设计后续的循证过程。

③互动研讨式教学

在虚拟仿真实验的过程中，系统针对不同实验阶段展开相应的知识点解析与实验流程引导式提问，要求学生对后续的实验流程进行编排和解释，并对学生在解答时产生的问题进行实时反馈与疑点解析。进入练习环节后，实验系统具备实时**答疑功能**（图9），学生可与线上教师针对仿真实验内容进行实时在线交流，对实际问题有更深入的了解；也可与廊架类型、各类材料和物体实时互动，进行操作练习。

系统具有错误提示、正确操作提示和自动评价的功能，学生通过人机交互的方式，实现边练习、边学习、边调整，错误和不足之处及时得到改正和补充。



图9 系统具备实时答疑功能

④自主合作探究式学习

在实验过程中要求学生以小组合作的方式进行，实验内容分为个人完成部分和团队协作完成部分。场地设计实验、种植与工法设计实验、廊架建构实验需要学生个人完成，雨洪模拟与绩效评价实验需要小组协作完成。

在个人完成实验部分，学生可以根据兴趣进行深入研究学习，实现有针对性的实验学习。在团队协作实验部分，学生可以主动探索合作模式，提升了实验的质量，帮助学生形成系统性的知识框架。学生可以通过个人的自主设计和团队的自主合作，提高了创新能力和学习效率。

(3) 实施效果

①提高人才培养质量

本项目的开发突破了时间和空间的限制，将真实场景中难以实现的实体建造环节和设计后评价环节通过虚拟仿真的方式还原，学生可以随时随地进行实验。同时，软件设有纠错和提示功能，实现了建造过程教学的实时反馈和针对性引导。学生可以通过反复进行练习对抽象的理论知识点进行实体迁移与情景应用，提升了学生的**综合设计能力与认知水平**。本项目大大提升了学生对**园林建造和循证评价过程的认知水平**，并完善了从理论到实践的教学流程，帮助学生构建起理论与实践相结合的知识框架。自2017年7月以来，已有312余名学生完成了该项目的实验。毕业生供不应求，广受用人单位欢迎。

②提升教学效率

本项目建构了一个类真实环境，目前支持并发访问高达150人，解决了现实园林建设中无法接收高频次、大批量的学生参与见习或实习的难题；也解决了学生无法用真实材料进行反复练习及现实中实践各种廊架及雨水花园建设的问题。在虚拟仿真实验中，**学生与虚拟环境、廊架和雨水花园建设材料进行互动**，不仅能把线下课堂中所学的知识应用于线上实验中，而且激发了学生对专业的热情和兴趣，大大提升了教学效率。

③降低教学成本

虚拟仿真涉及到的廊架、雨水花园及铺装场地的建造需要借助大型工程设备与大量原材料实现，传统的园林建造多以构造拆解、模型制作等方式进行展示与操作，而设计后的效益评价环节则需花费较长时间，需要使用专业仪器进行测算与评估，本项目使学生在**短时间内就能体验相关的建造内容和设计后效益评价内容**，节省了物料成本与时间成本。2018年来，仅交通成本就节省了20万元。学生通过与虚拟的实验对象和实验材料进行互动，大大节省了实验设备与材料的购置费用，此项2018年来节省了50余万元。

④共享教学资源

该项目可通过**互联网访问使用**，能够方便地开展大范围班级实验并向社会开放。目前，该虚拟仿真教学资源不仅惠及本专业的师生，也支持了其他院校相近专业的虚拟仿真实验教学。

⑤服务社会效果明显

本项目在培养专业化园林建设上具有显著优势，吸引了许多专业公司人员主动接受该项目的培训，提升了行业从业人员的专业化水平。

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）

见图 10 所示。

（1）实验方法描述

① 数字模型法

本项目通过数字模型法模拟园林建造的过程，将廊架、雨水花园和铺装场地的安装部件、原材料通过三维模式展现实体，构建园林设施在施工过程中的实际面貌，学生在进行虚拟仿真实验时能够从多个角度直观观察廊架各个部分的搭接方式和结构做法，雨水花园的组成部分和作用原理，铺装场地的建造方式，并通过不同的建造需求对建材、装饰风格进行选择。数字模型法对学生认知三维空间起到了很好的辅助作用。

② 情境体验法

本项目通过情景体验法展现园林建造过程中设施选址、廊架建造、铺装场地建造、雨水花园建造的实际过程，并通过模拟降雨、模拟游览等事件展现场地发挥各类效益的实际情景。学生在虚拟的情境中，系统将虚拟情境与理论知识紧密关联，生动展现各类园林建造过程中的抽象概念，并与建造工艺相结合，形成完整的园林建造理论实践教学过程；在实验过程中，系统会实时记录学生的操作步骤并记录评分，对学生理解较为薄弱的知识点进行强化练习。学生在园林建造和园林效益两个模拟情境中能够对建造过程的实际操作方法、各类效益产生的原理与定量分析等产生直观认知。

③ 对比循证法

本项目针对不同园林设施之间的构造差异和同类园林设施之间的造型差异构建了园林建造过程素材库，针对设计前中后绩效评价对比构建了景观绩效量化评价素材库。园林建造过程素材库对比铺装场地、雨水花园、廊架等不同类型的构筑物设施之间的结构差异，直观展现了不同材料在实际建造时所采用的不同实施方法、连接固定的不同方式以及不同物理性质，使学生深入理解不同类型的植物、建造材料和工程做法所产生的不同效果。景观绩效评价素材库内置各类建造材料和植物材料所对应的效益评价数据，根据不同建造方式所形成的各类成果生成生态效益及经济效益等各项评价结果，通过不同结果的比较，培养学生清晰的循证设计观念，并对循证设计研究提供具体的方法指导。

(2) 学生交互性操作步骤说明

该实验教学项目属于风景园林设计课程，共计 12 课时，其中，场地与廊架建构虚拟仿真实验：4 课时；雨水花园建构与种植设计虚拟仿真实验：4 课时；场地雨洪过程模拟及绩效评价循证研究虚拟仿真实验：4 课时。通过虚拟仿真技术，对低影响开发绿地（廊架和雨水花园）建设的场景进行虚拟仿真，学生可在整个场景和情境中进行交互操作 14 步。

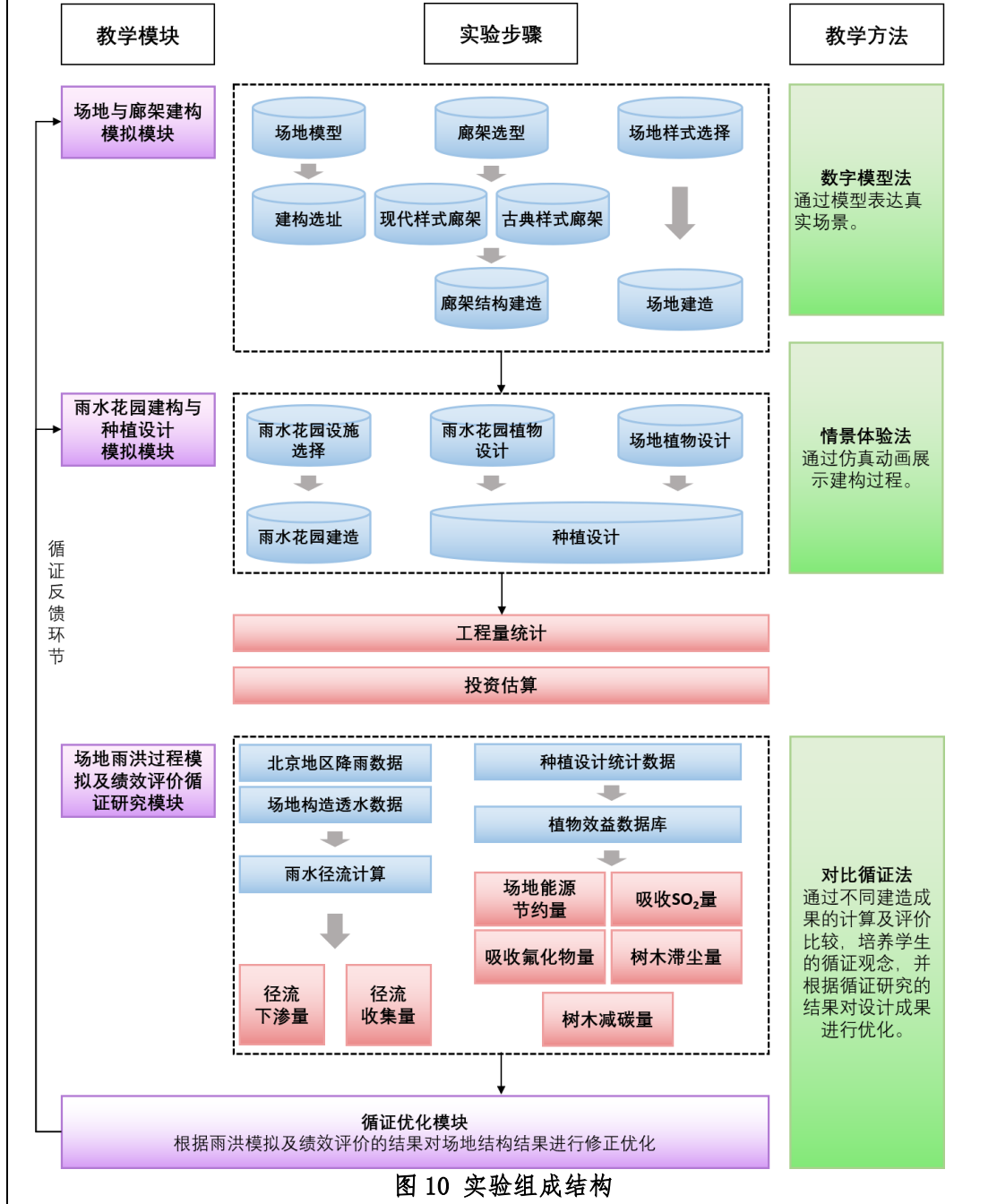


图 10 实验组成结构

实验流程为：登录系统→获取实验指导书→场地认知与建构选址→选择廊架样式→廊架建构→选择场地样式（铺装、种植池等）→场地建造→雨水花园设施选择→雨水花园建造→雨水花园植物选择与设计→场地植物选择与种植设计→工程量计算与投资估算→雨水径流计算→渗透削减量和雨水收集量计算→景观绩效评估→根据计算和评价结果进行循证优化（实验项目具体操作流程见图 11）

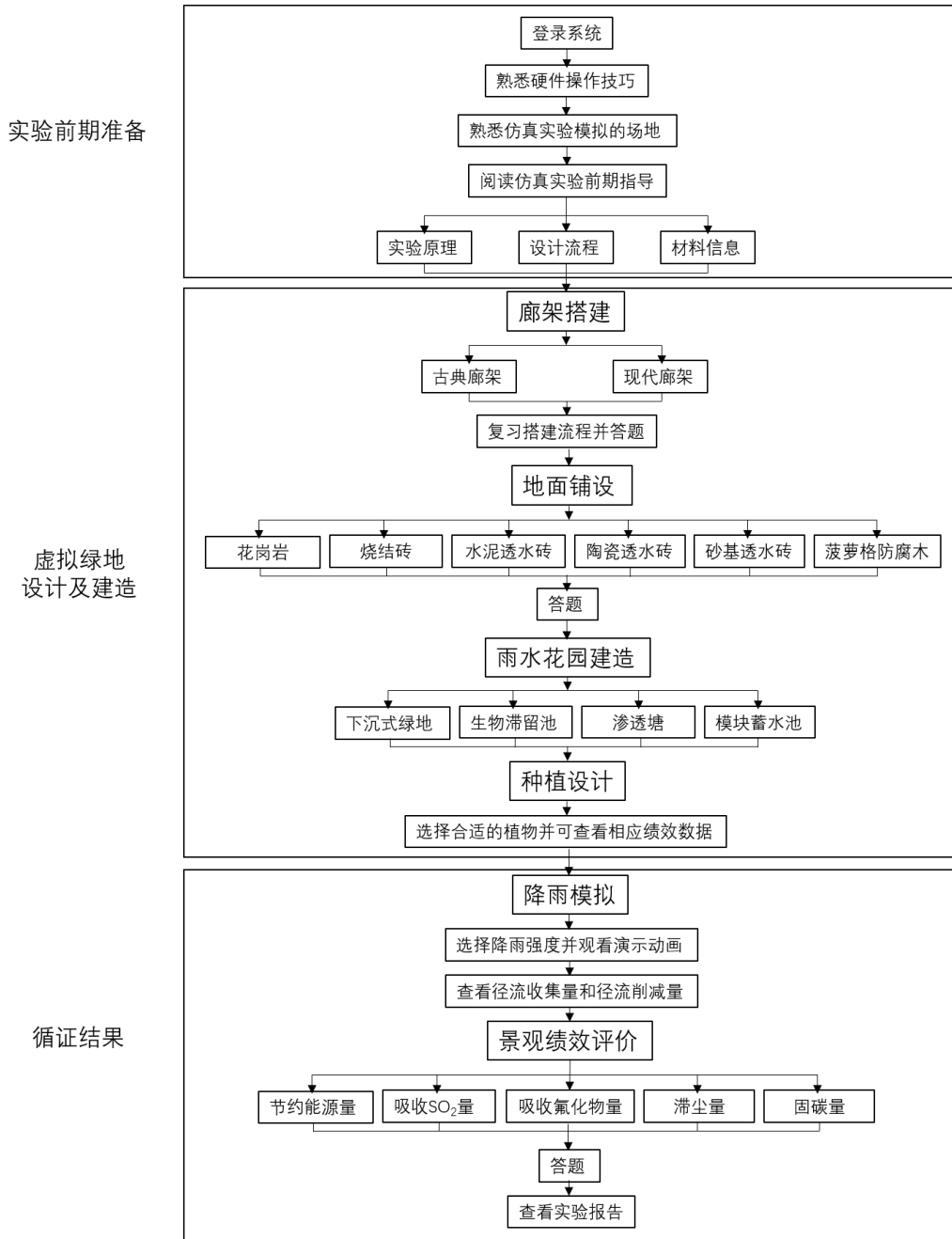


图 11 实验项目具体操作流程

步骤 1: 登录项目网站，进入网站了解项目描述、特色、网络要求等相关信息。从网站右下角获取实验指导书。点击“开始实验”进行实验。



图 12 开始实验

步骤 2: 熟悉界面操作，通过键盘 WASD 键和鼠标进行操作，右上角三个符号从左到右分别为全屏、操作说明、返回首页。学生沿着操作路径进入园林建设虚拟场景各空间。



图 13 熟悉硬件操作

步骤3：点击实验原理、设计流程、材料信息进行查看。

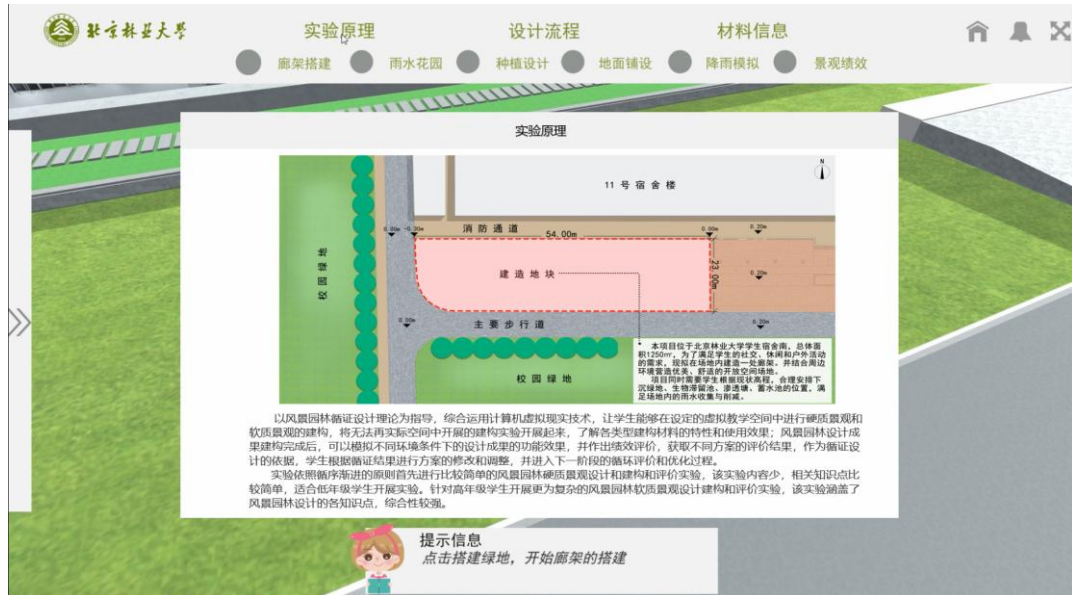


图 14 了解实验原理



图 15 了解设计流程



图 16 了解实验材料信息

步骤 4: 认识校园的公共活动区，了解实验场地的环境布局，该场地周边人流活动强度大，需要有可供停留的休息空间，同时也是一处低洼地，适合做雨水花园。



图 17 认知模型环境

步骤 5: 进入广场后，用鼠标点击上方的廊架搭建，弹出廊架的种类，选择一种廊架类型进行廊架的搭建，可以搭建古典廊架和现代廊架。



图 18 选择搭建廊架的类型

步骤 6: 分别进行古典廊架和现代廊架的搭建。点击左侧弹出按钮，弹出实验所需的廊架结构类型和链接方式，按顺序依次拖入制定区域内，最终完成廊架的搭建，让学生了解风景园林构筑物的设计，并熟悉钢结构、木结构等构成的廊架搭建流程。



图 19 选择古典廊架进行搭建



图 20 古典廊架搭建：熟悉搭建区域



图 21 古典廊架搭建：灰土



图 22 古典廊架搭建：廊柱



图 23 古典廊架搭建：厚灰筑土层



图 24 古典廊架搭建：混凝土



图 25 古典廊架搭建：梁枋



图 26 古典廊架搭建：望板



图 27 古典廊架搭建：飞椽



图 28 古典廊架搭建：瓦面



图 29 古典廊架搭建：坐凳



图 30 选择现代廊架进行搭建



图 31 现代廊架搭建：熟悉搭建区域



图 32 现代廊架搭建：素土



图 33 现代廊架搭建：混凝土



图 34 现代廊架搭建：混凝土垫层



图 35 现代廊架搭建：柱梁



图 36 现代廊架搭建：防腐木



图 37 现代廊架搭建：廊顶

步骤7: 廊架搭建完成后弹出搭建流程，观看并复习，之后进行廊架搭建部分的答题，复习现代钢木结构廊架搭建和传统木结构廊架搭建流程，并考察对结构力学的认知。



图 38 复习廊架搭建流程



图 39 廊架搭建部分答题

步骤 8: 点击上方的地面铺设进行地面铺装铺设，分别对场地中五个区域进行具有下渗功能的硬质铺地材料铺装，可以选择不同的材料进行不同的铺设，按顺序将铺装构筑依次拖入指定区域。五个区域铺设完毕后进行该部分的答题。考察学生对面层材料、构造材料和施工方法的认知。



图 40 对模型中五个区域选择材料进行地面铺设



图 41 区域一进行地面铺设：熟悉环境



图 42 区域一进行地面铺设：素土层



图 43 区域一进行地面铺设：灰土层



图 44 区域一进行地面铺设：混凝土层



图 45 区域一进行地面铺设：水泥砂浆



图 46 区域一进行地面铺设：砖层，完成



图 47 区域二进行地面铺设



图 48 区域三进行地面铺设



图 49 区域四进行地面铺设



图 50 区域五进行地面铺设



图 51 进行地面铺设步骤的答题

步骤 9: 点击上方的雨水花园，选择将要搭建的绿地类型，对低影响绿地设计的不同绿地类型进行认知。



图 52 选择一种低影响开发绿地进行搭建

步骤 10: 将弹出的雨水花园的建造材料按顺序依次拖入指定区域内，搭建不同的绿地类型，使学生熟悉低影响开发绿地的施工顺序和构造材料。



图 53 确定绿地位置



图 54 搭建素土层



图 55 搭建碎石层



图 56 搭建种植土层



图 57 搭建草底层，完成

步骤 11: 点击上方的种植设计，选择低耗水的植物群落进行植被种植，考察学生对地被花卉、乔灌木的认知和植物搭配能力。可点击右下角的“种植数据”实时查看植物绩效数据，让学生对景观绩效评价方法和原理进行感知。



图 58 确定种植设计区域



图 59 种植草本地被



图 60 种植乔木



图 61 查看实时种植绩效数据

步骤 12: 点击上方的降雨模拟，选择不同的降雨重现期并观看演示动画，并进行径流的计算。使学生了解地表径流的组织方式，学习径流产流的计算。



图 62 选择降雨重现期



图 63 观看降雨演示动画



图 64 查看降雨数据

步骤 13: 点击上方的景观绩效得到景观绩效的评估结果, 点击右下答题回答问题, 最后得到实验报告。使学生对循证设计的研究方法有所了解。



图 65 查看绩效成绩



图 66 完成景观绩效部分的答题



图 67 查看生成的实验报告：操作截图



图 68 查看生成的实验报告：材料费用

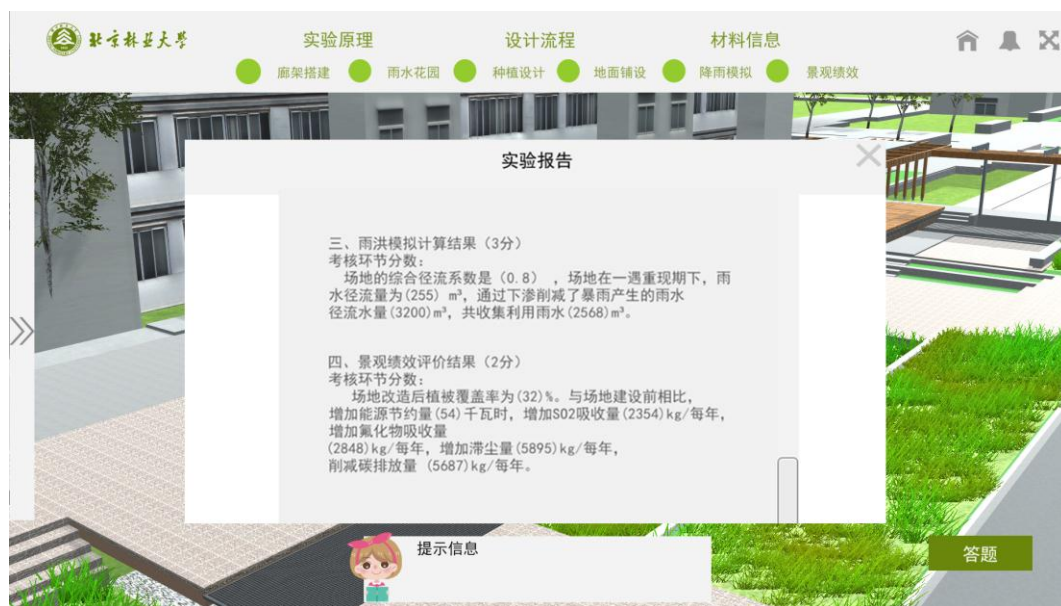


图 69 查看生成的实验报告：降雨数据及景观绩效



图 70 查看生成的实验报告：答题成绩

步骤 14：发布成绩

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 其他

具体实验结果与结论要求如下：

① 在虚拟仿真的操作中，学生可以随时按“F”键进行截图，所截图片会成为实验报告中的虚拟仿真建设结果进行呈现。因此可在每部操作中和操作后截图留下虚拟仿真建设的实施步骤或实施后的场地外观，作为廊架搭建、雨水花园搭建、种植设计和地面铺装四个步骤的实验过程参考和实验结果查看。(如图 71-74 所示)



图 71 廊架搭建结果截图



图 72 场地铺装结果截图

实验报告



图 73 绿地构建结果截图

实验报告



图 74 种植设计结果截图

② 第二部分为项目产生的材料费用的统计。实验参考实际施工过程中的材料价格，对虚拟仿真实验过程中产生的材料费用进行统计计算，以表格的方式呈现。（如图 75 所示）

实验报告

项目	类别/树种	单价	总价
廊架	台基	10000	750000
	基础		
	结构构件		
	连接构件		
	装饰及面层		
场地	基础及垫层	200	300000
	面层		
	其他构件		
雨水花园	基础及垫层	240	192000
	其他构件		
种植	臭椿, 枫杨, 五色菊	8653	100000
合计		19093	1342000

图 75 材料费用结果截图

③ 第三、第四部分分别为雨洪模拟计算结果和景观绩效评价结果。雨洪模拟考核环节分数为在学生选择的降雨重现期下，虚拟仿真设计建造产生的相关的雨量数据；景观绩效考核环节分数为在学生选择的种植植物条件下，植物产生的相应绩效数据。（如图 76 所示）

实验报告

三、雨洪模拟计算结果（3分）
考核环节分数：
场地的综合径流系数是（0.8），场地在一遇重现期下，雨水径流量为（255）m³，通过下渗削减了暴雨产生的雨水径流量（3200）m³，共收集利用雨水（2568）m³。

四、景观绩效评价结果（2分）
考核环节分数：
场地改造后植被覆盖率为（32）%。与场地建设前相比，增加能源节约量（54）千瓦时，增加SO₂吸收量（2354）kg/每年，增加氟化物吸收量（2848）kg/每年，增加滞尘量（5895）kg/每年，削减碳排放量（5687）kg/每年。

图 76 雨洪模拟及景观绩效评价结果截图

④ 第五部分为学生的答题成绩。在廊架搭建、地面铺设和景观绩效三个部分最后分别设有答题环节,对学生各部分作答情况进行打分,得到综合得分。(如图 77 所示)

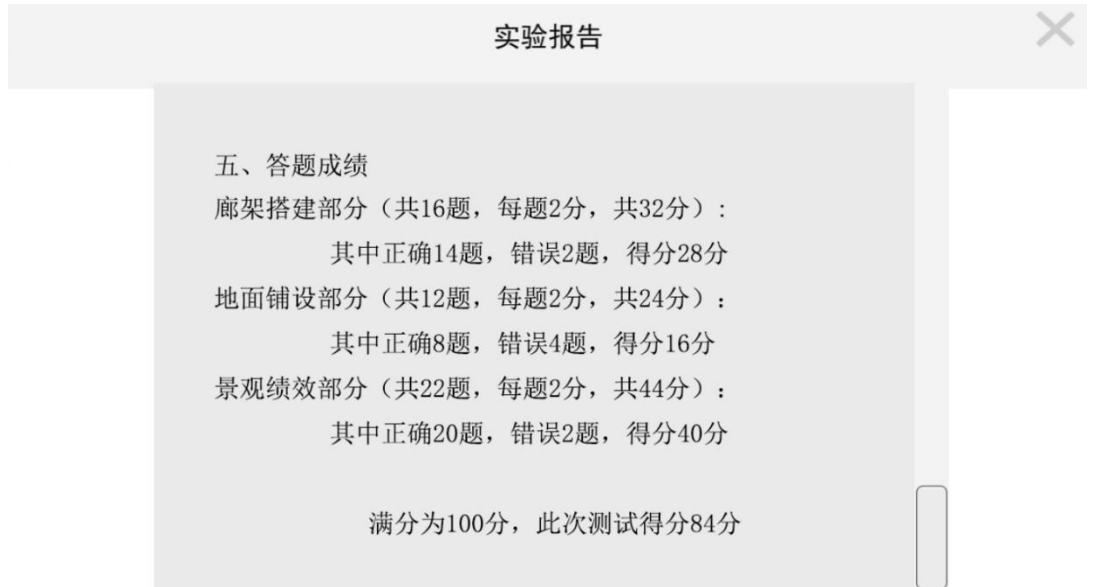


图 77 答题成绩结果截图

2-10 考核要求

本实验项目分为练习模式和考核模式。练习模式包括场地建构、雨洪模拟、绩效评价三部分内容，考核模式为无答案提示模式。

考核模式习题由实验原理涉及到的风景园林建构、低影响开发工程设计、景观绩效评价三大类、25个知识点构成，习题内容如下：

(1) 风景园林建构实验：

1) 单选题——风景园林规划设计理论应用

以下哪一类的尺度不属于绝对空间尺寸 (B)

A. 单个台阶 B. 高山 C. 树木冠幅 D. 标准座椅

2) 单选题——风景园林规划设计理论应用

从风景园林三元论看环境生态要素不包括以下哪项 (C)

A. 土壤 B. 阳光 C. 建筑 D. 生物链

3) 单选题——风景园林规划设计理论应用

公园单个出入口最小宽度为多少 (A)

A. 1.5 米 B. 1 米 C. 2 米 D. 1.2 米

4) 单选题——风景园林规划设计理论应用

公园硬质底岸人工水体近岸 2 米范围内不做护栏的水深不得大于多少 (D)

A. 1 米 B. 0.5 米 C. 0.3 米 D. 0.7 米

5) 单选题——校园开放空间设计

校园开放空间设计中，应考虑以下什么因素 (D)

A. 师生的使用需求

B. 校园内建筑物的高度及朝向等因素

C. 人流聚集点分析

D. 以上全是

6) 单选题——校园开放空间设计

在进行校园开放空间设计中，以下哪个说法是正确的 (A)

A. 植物配置应尽量选择美观、无毒的乡土树种

B. 校园开放空间设计中无需考虑不同功能区域间的相互交融渗透

C. 视线分析不是设计的重点考虑因素

D. 宿舍建筑四周均可种树，不必留出消防通道

7) 单选题——校园开放空间设计

校园开放空间设计中常采用的景观要素有什么 (A)

A. 以下全是 B. 花坛 C. 喷泉 D. 景墙

8) 单选题——校园开放空间设计

校园开放空间需要满足以下哪个功能 (D)

- A. 集会
- B. 防灾避难
- C. 运动健身
- D. 以上均有可能

9) 单选题——空间布局、功能组织、竖向设计
缓坡地的坡度在 (A)

- A、3—10%;
- B、10—25%;
- C、25—50%;
- D、50—100%。

10) 单选题——空间布局、功能组织、竖向设计
竖向设计中，停车场的最大坡度应小于多少 (C)

- A、1.5%
- B、2%
- C、2.5%
- D、5%

11) 单选题——空间布局、功能组织、竖向设计
步行道的纵坡大于多少必须设置台阶 (A)

- A. 8% B. 10% C. 12% D. 7%

12) 单选题——空间布局、功能组织、竖向设计
园林游步道的纵向坡度不应大于多少 (C)

- A、5%
- B、10%
- C、12%
- D、15%

13) 单选题——风景园林构筑物设计
以下不属于风景园林构筑物的是什么 (C)

- A. 花架 B. 亭 C. 零售临时建筑 D. 景墙

14) 单选题——风景园林构筑物设计
树池深度的确定原则需至少深于树根球以下多少 (A)

- A. 250mm B. 200mm C. 150mm D. 100mm

15) 单选题——风景园林构筑物设计
一般情况下，广场的尺度为园林建筑或园林雕塑作品的多少倍，以满足园林

建筑、园林雕像的艺术形象连同周围景物能完整地被人观赏 (B)

A. 1~2

B. 2~3

C. 3~4

D. 4~5

16) 单选题——风景园林构筑物设计

榭作为一种临水建筑物, 设置时应能与水面和池岸很好地结合, 应掌握的设计要点不包括什么 (D)

A. 宜突出于池面, 造成三面或四面临水的形式

B. 尽可能贴近水面, 宜低不宜高

C. 造型宜强调水平线条

D. 造型宜强调垂直线条

17) 单选题——现代钢木结构廊架设计

下列不属于风景园林廊架设计中常用结构材料的是 (C)

A. 防腐木

B. 工字钢

C. 钢筋

D. 方钢管

18) 单选题——传统木结构廊架设计

木结构古建筑地基以上至柱根的部分被称为 (C)

A. 地基

B. 斗拱

C. 基础

D. 柱础

19) 单选题——传统木结构廊架设计

以下不是柱顶石的功能的是 (D)

A. 稳固立在其上的大木柱

B. 防止木柱直接接触地面受潮

C. 装饰作用

D. 增加基础高度

20) 单选题——传统木结构廊架设计

建筑物底座高出地面的部分叫做 (A)

A. 台基

B. 斗拱

C. 基础

D. 阶条石

21) 单选题——传统木结构廊架设计

古典建筑制式的廊架承重部分为 (B)

A. 排架结构承重

B. 框架结构承重

C. 空间结构承重

D. 墙结构承重

22) 单选题——传统木结构廊架设计

廊架的屋架结构从上到下分布为 (A)

- A. 罗锅椽, 脊檩, 上金檩, 下金檩, 檐檩
- B. 脊檩, 上金檩, 下金檩, 檐檩, 罗锅椽
- C. 上金檩, 下金檩, 脊檩, 檐檩, 罗锅椽
- D. 脊檩, 檐檩, 罗锅椽, 上金檩, 下金檩

23) 单选题——传统木结构廊架设计

当木结构廊架主梁设计跨度达到 5 米时, 主梁高度可以采用 (B)

- A. 1m
- B. 0.6m
- C. 0.25m
- D. 0.1m

(2) 低影响开发工程设计实验:

1) 多选题——园路面层材料认知

下列材料中不透水的材料是 (AB):

- A. 花岗岩
- B. 烧结砖
- C. 水泥透水砖
- D. 陶瓷透水砖

2) 单选题——园路面层材料认知

当花岗岩的厚度为 (D) mm 时可满足人行荷载要求

- A. 10
- B. 15
- C. 20
- D. 30

3) 多选题——园路构造材料认知

下列材料中能够用于透水铺装工法的材料是 (BD):

- A. C20 混凝土
- B. 级配碎石
- C. 3:7 灰土
- D. 级配砂石

4) 单选题——园路构造材料认知

砂基透水砖的径流系数是 (A):

- A. 0.45
- B. 0.15
- C. 0.9
- D. 0.75

5) 多选题——雨水花园设计方法

以下材料可用于建造蓄水池的有 (ABC)

- A. 钢筋混凝土
- B. HDPE 模块
- C. 玻璃钢
- D. 砖

6) 单选题——雨水花园设计方法

下列雨水设施在工法上需要碎石覆盖的是 (B):

- A. 下沉式绿地
- B. 生物滞留池
- C. 渗透塘
- D. 模块蓄水池

7) 单选题——径流产流计算

根据雨水控制与利用工程设计规范 DB11/685-2013, 北京市 3 年一遇的 24 小时降雨量是 (C):

- A. 45mm
- B. 81mm
- C. 108mm
- D. 141mm

8) 单选题——径流产流计算

根据《城市排水设计规范》，北京市城市绿地的排水重现期标准为（A）

A. 1-3年一遇 B. 3-5年一遇 C. 5-10年一遇 D. 50-100年一遇

9) 单选题——径流产流计算

根据《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》（试行），北京市海绵城市建设的年径流总量控制率标准为（C）

A. 55%-65% B. 65%-75% C. 75%-85% D. 85%-95%

10) 多选题——场地工程

以下设施具有渗透功能的有（AB）

A. 下沉式绿地 B. 生物滞留池 C. 蓄水池 D. 干塘

11) 单选题——场地工程

以下设施单平米造价最低的是（A）

A. 下沉式绿地 B. 生物滞留池 C. 蓄水池 D. 干塘

12) 单选题——给排水工程

硬质铺装的最小排水坡度是（A）

A. 0.5% B. 1% C. 2% D. 5%

（3）景观绩效评价实验：

1) 多选题——循证设计研究方法原理

下列关于循证设计说法正确的是：（D）

- A. 循证设计是一种严格的标准化设计方法
- B. 循证设计往往会失去设计的艺术创造力
- C. 循证设计需要一个通用的设计标准
- D. 熏蒸设计注重设计决策依据的科学性

2) 单选题——循证设计研究方法原理

循证设计理论最早应用于设计行业的哪个领域内：（B）

A. 城乡规划领域 B. 建筑设计领域 C. 城市设计领域 D. 风景园林领域

3) 多选题——景观绩效评价计算原理

下列属于风景园林行业的景观绩效评价体系的是：（ABC）

A. Landscape Performance Series (LPS) B. SITES C. 景观设计资源服务平台景观绩效模块 D. LEED

4) 单选题——景观绩效评价计算原理

以下概念中，能够用于反映人在环境中的热舒适度的参数是：（C）

A. 绿视率 B. 植被覆盖率 C. 生理等效温度 D. 冠层郁闭度

5) 单选题——景观绩效评价计算原理

进行某项设计目标的景观绩效研究应首先进行：(A)

A. 文献综述 B. 实地采样 C. 数据获取 D. 效益计算

6) 单选题——景观绩效评价计算原理

最早关于城市公园的景观研究应用的方法是：(A)

A. 案例研究法 B. 模拟算法 C. 综合评价法 D. 对比研究法

7) 多选题——景观绩效评价计算原理

生态系统服务是景观绩效评价的重要价值判断依据，下列属于生态系统服务的内容为：(ABCD)

A. 供给服务 B. 调节服务 C. 支持服务 D. 文化服务

8) 单选题——景观绩效评价计算原理

评价区域尺度的景观绩效时，下列哪类学科的方法是目前最常用的：(B)

A. 河流地貌学 B. 景观生态学 C. 地理学 D. 城乡规划学

9) 单选题——景观绩效评价计算原理

绿视率是衡量风景园林中植物设计和生长情况的指标之一，当场地内的绿视率至少达到多少时，游人能够感受到感觉到较好的绿化效果：(C)

A. 5% B. 20% C. 35% D. 60%

10) 多选题——景观绩效评价计算原理

植物是风景园林项目中重要的物质载体，下列属于北京地区乔木能够带来的效益的是：(ABCD)

A. 碳存储与封存 B. 削减噪音 C. 提供阴凉遮蔽 D. 吸收氟化物或 SO₂

11) 多选题——景观绩效评价计算原理

30 公顷的公园内的生物多样性主要体现在：()

A. 生态系统多样性 B. 生境多样性 C. 物种多样性 D. 种群多样性

12) 单选题——景观绩效评价计算原理

以下概念中，能够用于反映人在环境中的热舒适度的参数是：(C)

A. 绿视率 B. 植被覆盖率 C. 生理等效温度 D. 冠层郁闭度

13) 多选题——景观绩效评价计算方法

公园内的人体舒适度与以下哪些因子有关？(ABC)

A. 空气温度 B. 相对湿度 C. 风速 D. 风向

14) 多选题——乔灌木树种的认知和景观配植

大型乔木对二氧化碳、二氧化硫、氟化物、空气中的悬浮颗粒物等物质有较强的吸收或吸收能力，下列说法正确的是：(BD)

A. 阔叶林平均吸收二氧化硫的能力大于针叶林

B. 阔叶林平均吸收氟化物的能力大于针叶林

C. 阔叶林平均吸附空气中的悬浮颗粒物的能力大于针叶林

D. 相同树种的固碳能力随其胸径的变化而改变。

15) 多选题——乔灌木树种认知和景观配植

下列植物单棵平均固碳量最高的是：(B)

A. 毛白杨 B. 刺槐 C. 太平花 D. 碧桃

16) 多选题——乔灌木树种认知和景观配植

大型乔木对二氧化碳、二氧化硫、氟化物、空气中的悬浮颗粒物等物质有较强的吸收或吸收能力，下列说法正确的是：(BD)

A. 阔叶林平均吸收二氧化硫的能力大于针叶林

B. 阔叶林平均吸收氟化物的能力大于针叶林

C. 阔叶林平均吸附空气中的悬浮颗粒物的能力大于针叶林

D. 相同树种的固碳能力随其胸径的变化而改变。

17) 多选题——乔灌木树种认知和景观配植

以下植物属于秋景树的是 (CD)

A. 白榆 B. 臭椿 C. 银杏 D. 元宝枫

18) 多选题——乔灌木树种认知和景观配植

以下植物属于春景树的是 (ABCD)

A. 山杏 B. 白华山碧桃 C. 日本晚樱 D. 美人梅

19) 多选题——乔灌木树种认知和景观配植

以下植物属于常绿树的是 (ACD)

A. 云杉 B. 水杉 C. 樟子松 D. 华山松

20) 多选题——地被花卉认知和景观配植

以下植物属于多年生花卉的是 (ABC)

A. 中国石竹 B. 旋涡千屈菜 C. 松果菊 D. 矢车菊

21) 多选题——地被花卉认知和景观配植

以下植物属于一二年生花卉的是 (BC)

A. 柳穿鱼 B. 轮峰菊 C. 大阿米芹 D. 大花萱草

22) 多选题——地被花卉认知和景观配植

以下地被植物适用于低影响开发种植条件的是 (ABCD)

A. 千屈菜 B. 黑心菊 C. 松果菊 D. 大花萱草

将练习模式成绩、考试模式成绩、实验报告成绩综合，对学生的学习成效进行评价和考核。具体考核要求、评分细则见表7。

表 7 低影响开发绿地（廊架和雨水花园）的景观建设虚拟仿真实验
考核要求以及评分细则表

考核要求	考核内容	评分细则
练习模式（30%）	练习次数（出勤次数）是否达标	15
	作业习题成绩	15
考核模式（50%）	实验步骤是否清楚，建设与分析流程是否正确	14
	是否能掌握廊架建造相关知识点	12
	是否掌握雨水花园及雨洪计算相关知识点	15
	是否掌握景观绩效相关知识点	9
实验报告（20%）	实验目的、原理、仪器设备、实验方法与步骤、 实验结果和结论、注意事项、对实验的评价和建 议等是否完整	15
	对实验结果的分析、讨论是否充分	5
总分（100%）		100

2-11 面向学生要求

(1) 对专业与年级的要求

本实验项目主要面对园林学院风景园林专业的大二和大三年级学生。

(2) 对基础知识的要求

本实验项目涉及专业课程包括：专业概论、风景园林设计、园林工程、园林植物景观规划设计和风景园林计算机辅助设计等课程。需要参与实验项目的学生掌握以上课程的基础知识。

(3) 对基本能力的要求

本实验项目要求参与学生具有文献查阅和简单调研能力，能够自主解决实验过程中的部分情景问题，能够对习得能力进行迁移。

(4) 对专业能力的要求

在专业能力方面，本实验项目要求学生对场地建构过程、廊架的建构流程、雨水花园的建设流程有较清楚的了解，对于雨洪模拟计算、绩效评估的理论和应用有一定理解。

2-12 实验项目应用及共享情况

(1) 本校上线时间：2018年7月
教学平台记录（图 78、79）

序号	实验名称	提交时间	提交人	得分	提交到实验空间	是否已批改	评价	评价	操作
1	景观园林设计课程设计和建造...	2018-9-23 15:37:11	杜展翔	90	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
2	景观园林设计课程设计和建造...	2018-9-21 17:39:34	樊雷	80	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
3	景观园林设计课程设计和建造...	2018-9-17 17:11:56	曹伟航	71	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
4	景观园林设计课程设计和建造...	2018-9-17 14:39:41	孙冲峰	99	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
5	景观园林设计课程设计和建造...	2018-9-16 19:41:46	林耀威	88	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
6	景观园林设计课程设计和建造...	2018-9-14 15:50:34	园林学院内容管理员	82	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
7	景观园林设计课程设计和建造...	2018-9-13 21:53:47	方腾	85	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
8	景观园林设计课程设计和建造...	2018-9-11 21:52:24	张恩刚	95	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
9	景观园林设计课程设计和建造...	2018-9-10 21:24:09	罗宏志	80	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
10	景观园林设计课程设计和建造...	2018-9-10 17:17:52	黄想威	64	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
11	景观园林设计课程设计和建造...	2018-9-10 16:18:15	李进	81	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
12	景观园林设计课程设计和建造...	2018-8-8 12:42:33	曹树刚	92	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
13	景观园林设计课程设计和建造...	2018-9-5 17:00:42	刘博杰	89	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
14	景观园林设计课程设计和建造...	2018-9-4 17:53:18	冯德典	90	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
15	景观园林设计课程设计和建造...	2018-9-2 10:24:32	吴为民	66	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改

图 78 教学平台记录 1

序号	实验名称	提交时间	提交人	得分	提交到实验空间	是否已批改	评价	评价	操作
1	景观园林设计课程设计和建造...	2019-4-19 15:43:09	董约瑾	71	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
2	景观园林设计课程设计和建造...	2019-4-19 11:38:51	孙冲峰	77	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
3	景观园林设计课程设计和建造...	2019-4-14 17:03:21	张露宇	75	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
4	景观园林设计课程设计和建造...	2019-4-11 14:42:36	崔仲凯	93	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
5	景观园林设计课程设计和建造...	2019-4-10 17:49:37	CHOE IL	94	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
6	景观园林设计课程设计和建造...	2019-4-10 16:09:58	戴雪歌	65	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
7	景观园林设计课程设计和建造...	2019-4-10 9:51:37	杜嘉琳	63	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
8	景观园林设计课程设计和建造...	2019-4-9 14:12:03	陈盛卿	77	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
9	景观园林设计课程设计和建造...	2019-4-8 19:20:19	崔冠辰	89	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
10	景观园林设计课程设计和建造...	2019-4-8 18:48:00	吴作民	81	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
11	景观园林设计课程设计和建造...	2019-4-8 12:31:54	高源	78	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
12	景观园林设计课程设计和建造...	2019-4-5 22:01:44	罗宏志	94	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
13	景观园林设计课程设计和建造...	2019-4-5 14:59:56	王支静	90	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
14	景观园林设计课程设计和建造...	2019-4-4 19:52:59	吴牧物静	99	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改
15	景观园林设计课程设计和建造...	2019-4-3 11:34:52	胡衍芬	60	该实验未在实验空间展示	已批改	☆☆☆☆☆	未评价	批改

图 79 教学平台记录 2

(2) 已服务过的本校学生人数：312

(3) 是否纳入到教学计划：是 否

《风景园林设计（双语）教学大纲》及教学证明见附件

(4) 是否面向社会提供服务：是 否

(5) 社会开放时间：395 天，已服务人数：600

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://linye.bjfu.owvlab.net/virexp/kfvd>

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)

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 带宽可点击实验项目首页面下方网速测试按钮进行测试。(见图 80)



图 80 网速测试

(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)

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。系统显示实验者等待队列的序号。(见图 81)

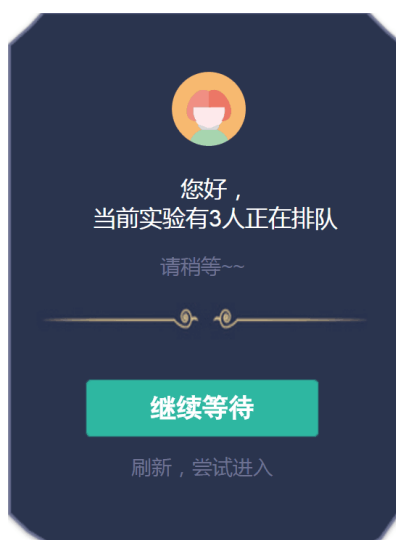


图 81 排队界面

<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：Windows7 及以上版本操作系统。</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 checked="" type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否</p> <p>插件名称 <u>UnityWebPlayer</u> 插件容量 <u>1MB</u></p> <p>下载链接 <u>https://unity3d.com/cn/webplayer</u></p> <p>(2) 其他计算终端非操作系统软件配置要求</p> <p>浏览器推荐使用谷歌（Google Chrome）浏览器 55.0 以上版本、火狐（Firefox）浏览器 50.0 以上版本</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 style="text-align: center;">表 8 计算机硬件配置要求</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">计算机硬件配置需求（最低）</th> <th style="text-align: center;">计算机硬件配置需求（推荐）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>中央处理器： Intel® Core™ i5-7400-3.0GHz-4 核 4 线程</td> <td>中央处理器： Intel® Core™ i5-8500-3.0GHz-6 核 6 线程</td> </tr> <tr> <td>内存：8GB</td> <td>内存：16GB</td> </tr> <tr> <td>硬盘空间：100GB</td> <td>硬盘空间：500GB</td> </tr> <tr> <td>图形处理器：NVIDIA® GeForce® GTX 960</td> <td>图形处理器：NVIDIA® GeForce® GTX 1060</td> </tr> <tr> <td>显存：2G 及以上</td> <td>显存：4G 及以上</td> </tr> <tr> <td>显示器：16:9 分辨率 1280*720 及以上</td> <td>显示器：16:9 分辨率 1920*1080</td> </tr> <tr> <td>网络带宽：10Mbps</td> <td>网络带宽：50Mbps</td> </tr> <tr> <td>操作系统：Windows 7</td> <td>操作系统：Windows 10</td> </tr> <tr> <td></td> <td>浏览器：Chrome、Firefox、遨游、猎豹、360、QQ、搜狗、Edge 等</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 其他计算终端硬件配置要求：无</p>	计算机硬件配置需求（最低）	计算机硬件配置需求（推荐）	中央处理器： Intel® Core™ i5-7400-3.0GHz-4 核 4 线程	中央处理器： Intel® Core™ i5-8500-3.0GHz-6 核 6 线程	内存：8GB	内存：16GB	硬盘空间：100GB	硬盘空间：500GB	图形处理器：NVIDIA® GeForce® GTX 960	图形处理器：NVIDIA® GeForce® GTX 1060	显存：2G 及以上	显存：4G 及以上	显示器：16:9 分辨率 1280*720 及以上	显示器：16:9 分辨率 1920*1080	网络带宽：10Mbps	网络带宽：50Mbps	操作系统：Windows 7	操作系统：Windows 10		浏览器：Chrome、Firefox、遨游、猎豹、360、QQ、搜狗、Edge 等
计算机硬件配置需求（最低）	计算机硬件配置需求（推荐）																			
中央处理器： Intel® Core™ i5-7400-3.0GHz-4 核 4 线程	中央处理器： Intel® Core™ i5-8500-3.0GHz-6 核 6 线程																			
内存：8GB	内存：16GB																			
硬盘空间：100GB	硬盘空间：500GB																			
图形处理器：NVIDIA® GeForce® GTX 960	图形处理器：NVIDIA® GeForce® GTX 1060																			
显存：2G 及以上	显存：4G 及以上																			
显示器：16:9 分辨率 1280*720 及以上	显示器：16:9 分辨率 1920*1080																			
网络带宽：10Mbps	网络带宽：50Mbps																			
操作系统：Windows 7	操作系统：Windows 10																			
	浏览器：Chrome、Firefox、遨游、猎豹、360、QQ、搜狗、Edge 等																			
<p>3-6 用户特殊外置硬件要求（如可穿戴设备等）</p> <p>(1) 计算机特殊外置硬件要求：无</p> <p>(2) 其他计算终端特殊外置硬件要求：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>																				

4. 实验教学项目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>低影响开发绿地（廊架和雨水花园）的景观建设虚拟仿真实验教学项目依托开放式虚拟仿真实验教学管理平台，实现数据接口无缝对接和实验全过程的记录与追踪。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、虚拟实验结果自动批改和教学管理于一体，是具有良好自主性、交互性和可扩展性的虚拟实验教学平台。</p> <p>总体架构图见图 82。</p> <p>如图所示，支撑项目运行的平台及项目运行的架构共分为五层，每一层都为其上层提供服务，直到完成具体虚拟实验教学环境的构建。下面将按照从下至上的顺序分别阐述各层的具体功能：</p> <p>（1）数据层</p> <p>低影响开发绿地（廊架和雨水花园）的景观建设虚拟仿真实验项目涉及到多种类型虚拟实验组件及数据，这里分别设置虚拟实验的基础元件库、实验课程库、典型实验库、标准答案库、规则库、实验数据、用户信息等来实现对相应数据的存放和管理。</p> <p>（2）支撑层</p> <p>支撑层是虚拟仿真实验教学与开放共享平台的核心框架，是实验项目正常开放运行的基础，负责整个基础系统的运行、维护和管理。支撑平台包括以下几个功能子系统：安全管理、服务容器、数据管理、资源管理与监控、域管理、域间信息服务等。</p>

(3) 通用服务层

通用服务层即开放式虚拟仿真实验教学管理平台，提供虚拟实验教学环境的一些通用支持组件，以使用户能够快速在虚拟实验环境完成虚拟仿真实验。通用服务包括：实验教务管理、实验教学管理、理论知识学习、实验资源管理、互动交流、实验报告管理、教学效果评、项目开放与共等，同时提供相应集成接口工具，以便该平台能够方便集成第三方的虚拟实验软件进入统一管理。

(4) 仿真层

仿真层主要针对该项目进行相应的器材建模、实验场景构建、虚拟仪器开发、提供通用的仿真器，最后为上层提供实验结果数据的格式化输出。

(5) 应用层

基于底层的服务，最终低影响开发绿地（廊架和雨水花园）的景观建设虚拟仿真实验项目教学与开放共享。该框架的应用层具有良好的扩展性，实验教师可根据教学需要，利用服务层提供的各种工具和仿真层提供的相应的器材模型，设计各种典型实验实例，最后面向学校开展实验教学应用。



图 82 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 checked="" type="checkbox"/> HTML5 其他_____
	开发工具	<input checked="" type="checkbox"/> Unity3D <input 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 type="checkbox"/> Visual Studio <input type="checkbox"/> 其他_____

	<p style="text-align: center;">运行环境</p>	<p>服务器 CPU <u>6</u> 核、内存 <u>32</u> GB、磁盘 <u>100</u> GB、 显存 <u>0</u> GB、GPU 型号 <u>无</u></p> <p>操作系统 <input checked="" type="checkbox"/>Windows Server <input type="checkbox"/>Linux <input type="checkbox"/>其他 具体版本 <u> </u></p> <p>数据库 <input checked="" type="checkbox"/>Mysql <input type="checkbox"/>SQL Server <input type="checkbox"/>Oracle 其他 <u> </u></p> <p>备注说明 <u> </u>（需要其他硬件设备或服务器数量多 于 1 台时请说明）<u> </u></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：900000 面 贴图分辨率：1024*1024 动作反馈时间：1 秒以内 显示刷新率：高于 30Hz（fps） 正常分辨率 1920*1080</p>

5. 实验教学项目特色

(1) 实验建设必要性

① 风景园林设计成果进行实地建设的特殊性和不可逆性

风景园林设计课程的最终设计成果是图纸，而风景园林设计最终的目标是要完成对图纸的实地建构。如果要进行实地建设，场地比较稀缺，并且材料昂贵，运输成本和安装成本较高，实际教学场地资源不可重复使用，施工过程中不具备容错性、且具有不可逆性。因此运用虚拟仿真技术，可以在虚拟空间中进行风景园林设计成果的建构，有效保证了风景园林设计与建构实践教学教学的连贯性。

② 低影响开发绿地设计的复杂性

低影响开发绿地作为重要的风景园林设计类型，是近年来的风景园林设计比较前沿的领域，低影响开发绿地设计和建造过程比较复杂，教学难度大，特别是很难在实际环境中控制降水过程进行演示，利用虚拟仿真技术，可以对低影响开发绿地在不同强度降水过程中的表现进行模拟，通过模拟结果优化低影响开发绿地的设计。

③ 风景园林设计评价缺乏科学量化体系

由于传统风景园林设计评价是多基于主观的艺术感知，缺乏量化场地的生态效益的评价体系，应用先进循证理论，在虚拟仿真平台引入以循证理念为核心的景观绩效评价体系是传统园林设计技术向现代园林景观设计技术的升级重要方式，接轨国际认可的 LEED、SITES、LPS 等标准，确保量化体系的前瞻性和科学性。

(2) 教学需求导向的引领性

风景园林设计发展迅速，新时代风景园林设计课程学习需要在传承园林艺术和设计方法的基础上，强调设计与实践的紧密结合。通过搭建低影响开发绿地循证设计和建造虚拟仿真实验系统平台，最大限度的满足设计完成后进行实际建设从而检验设计效果的需求。使学生能够在虚拟空间中进行实际的建造训练，提升实验教学效果。该实验教学项目系统开发在以下 3 个方面具有先进性。

① 以行业前沿领域为虚拟仿真实验对象。在实验对象选择上就以北京市某校园低影响开发绿地（廊架与雨水花园）为参照搭建虚拟场景，综合运用采用 3D 建模、动画等技术手段，模拟了木结构和钢结构的廊架及多种植物选择；突出了以低影响开发绿地循证设计和建造这一行业前沿为中心的教学目标。

②**实验建构过程互动性强，贴近教学实际。**实验建构过程的设计力求简洁明确，互动效果好。通过键盘和鼠标使实验者双手在虚拟场景中选择廊架材质、搭建方式、雨水花园的蓄水模式，引导学生正确了解廊架和雨水花园的建设流程，让学生如同亲临实境，感受互动。

③**实验评价结果更为真实科学。**将学生在虚拟空间中建构的方案利用景观绩效评价系统进行评价，能自动计算多项生态和经济效益，方便学生和教师实时对设计成果得到评价反馈，完成循证设计过程。

(3) 实验教学特色优势

① 教学形式灵活多样

让学生在**沉浸式体验、交互练习、自主设计、循证评价**的实验过程中，掌握铺装场地建构及雨水花园建构的方法，具备循证设计的基本意识。

打破固定场所的局限性。将传统的课本教学和实地教学、固定的上课时间延伸为线上课堂。通过具备逼真形象的三维虚拟仿真模型，达到自由灵活的交互式操作。

② 教学效果明显

提高了学生专业兴趣和理论联系实际的能力。系统平台通过三维仿真技术，再现了廊架、场地、雨水花园的构建与雨洪模拟、景观绩效的评价。还原了从原料加工到预处理，从地块选取到结构搭建，直至最后的个体成形，过程中控制多个参数从而达到建造过程、建造成果的广覆盖，达到重现整个建造过程的效果。加深学生对廊架及雨水花园建筑工程的复杂结构、原理和工作过程的认知程度，体验虚拟仿真实验中身临其境、自主操作施工的沉浸感。

③ 反馈评价体系创新

考核评级系统涵盖自我反馈评价与教师考核两部分。**学生**在低影响开发绿地循证设计和建造学习过程中，可随时通过系统反馈了解不同材料以及建造方式对风景园林建造结果产生的影响，不断优化园林设计方案，增强设计成果的科学性。**教师**通过对线上操作的练习进行评分，对学生进行园林建造的每一个环节都通过电子化答题进行考核，快速获得学生的教学反馈结果。

(4) 对传统教学的延伸与拓展

① 延伸了实验内容的深度、广度

利用虚拟仿真技术，学生可以从对于空间的初始认知到未来的规划设计全过程都能实时建立完善而正确的意识、培养一定的**建构思维能力**。在虚拟操作中获得实际建造的体验，以提升学生对于多尺度、多类型的**园林空间建**

构的认知与掌控能力。将场地中的生态、经济效益也纳入到建构认知的范围，将循证过程融入设计成果的建构教学中，能够提高学生对于**设计成果的分析能力**。

② 提升教学效率

利用虚拟仿真的交互性功能，学生可随时体验营建风景园林环境，快速全面了解不同材料以及建造方式对风景园林建造结果产生的影响。线上线下教学相结合的新型实验教学模式，在传统教学的基础上有效提升教学效率。

6. 实验教学项目持续建设服务计划

(1) 项目持续建设与服务计划

在前期投入的基础上，计划再投入经费 73 万元，经费来源主要包括：实验完成单位自筹经费，具体规划如下（表 9）：

表 9 规划经费投入

序号	建设内容	经费投入（万元）
1	增加廊架材料及设计造型种类，增加园林场地类型	40
2	虚拟实验系统的持续优化	5
3	补充并更新虚拟仿真实验教学数据和案例	20
4	网站系统开放共享运行的维护升级。	8

①**满足课程持续进步的需求。**计划扩充为一门虚拟仿真实验课程，建立符合园林专业理论与实践需求的风景园林低影响开发绿地（廊架和雨水花园）实验教学体系，通过整个实验过程帮助学生理解园林营建过程中涉及的专业知识与后期景观绩效评价等相关理论知识。

②**满足专业持续完善的需求。**本课程面向风景园林与园林专业学生，通过实践课程将已学的专业理论知识进行串联及应用，促进学生系统掌握专业相关的理论基础知识，建立完整的园林专业知识与思维体系，培养相应的实践及应用能力，满足园林工程，生态建设和实验研究等方面的理论结合实践的工作需求。

③**满足设备持续发展的需求。**本课程需求在现有的园林器材模型基础上，新增不同园林廊架营建过程中需要的不同材料，丰富可建造廊架与雨水花园的尺寸与类型、雨水花园适用建设材料与植物种类，增加可建设的园林场地类型，从而充实虚拟仿真实验内容，增加实验实用度，进一步优化实验。

④**满足平台持续升级的需求。**在今后 3-5 年时间里，项目将对开放式虚拟仿真管理平台进行持续建设、升级与更新，不断整合学校和社会案例资源，加大经费投入，对本项目进行持续改进完善和服务，在虚拟仿真园林营建的基础上补充并持续更新最新的虚拟仿真实验教学数据和案例，增加可建造的场地选址与实时资料。做好网站与软件的完善、网页的维护升级、项目与参与者的沟通和实时改善。

(2) 面向高校的教学推广应用计划：

充分发挥北京林业大学在风景园林学科的教学优势，持续向全国开设风景园林与园林专业的近 200 所高校进行推广。

①**线上不断升级系统与完善内容。**提升平台硬件配置并改进互联网访问线路，确保校外用户使用更加顺畅；在平台上持续上线雨水花园与园林廊架营建的相关知识案例，补充廊架营建种类、植物种类、选址等内容，使实验内容更契合各高校的学科特色和教学要求。


②**线下共享园林营建经验与资源。**依托虚拟仿真平台，线下举办低影响开发绿地建造交流论坛、园林建设技能大赛，主动邀请兄弟院校师生参观访问，在实验实践中培养和锻炼更全面优秀的风景园林学科人才。

(3) 面向社会的推广应用计划：

①**时间上计划逐步开放。**按照建设要求，本虚拟仿真实验项目被认定后1年内将继续面向高校和社会免费开放，并提供在线教学服务；1年后至3年内免费开放服务内容不少于50%；3年后免费开放服务内容不少于70%。

②**服务人群范围广泛。**项目的免费开放内容可面向全社会各类人群提供服务。可以作为园林营建科普实验项目供大、中专学生学习；同时可为相关科研生产单位提供低影响开发相关的验证实验服务；也可对园林营建发展落后地区进行帮扶，结合当地景观特色进行技术人员知识拓展与辅助培训。

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	低影响开发绿地循证设计和建造虚拟仿真实验系统平台[简称：BFU-LIDGS-Studio]V1.0
是否与项目名称一致	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
著作权人	北京林业大学
权利范围	全部权利
登记号	软件登字第 4253702 号
软件著作权证书	

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）：

年 月 日

9. 附件材料清单

1. 《风景园林设计（双语）教学大纲》及教学证明
2. 政治审查意见
3. 校外评价意见

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。

（其他需要说明的意见。）

主管校领导（签字）：

（学校公章）

年 月 日

风景园林设计（双语）

课程代码: f03a0263t1-4

学时数: 总学时 176 (讲课 176 研讨 0 实验 0 实习 实践 0)

学分数: 11.0

课程类别: 专业核心课

开课学期: 4-7

主讲教师: 王向荣、郑曦、刘志成等

一、课程性质和目的

1.1 课程性质:

本课程为风景园林专业本科学士必修的专业课程,涵盖了学生未来从业的最基本、最主要专业能力与素质培养的核心内容,是风景园林专业最重要的专业课程之一。

1.2 目的:

本课程是风景园林专业的核心专业课,通过教学过程,帮助同学们建立正确的园林规划设计理念,掌握园林设计的原则和方法,应用科学技术手段塑造理想城市外部空间。通过本课程的学习和训练,学生应能够利用空间语言和形式语言,建立良好的外部空间秩序,塑造符合相应场所特征的景观环境,最终构筑功能完善、景观优美、生态健全的园林环境。

二、课程教学内容、学时分配和基本要求

2.1 课程教学内容:

本课程力图通过具体的项目设计,使学生深刻认识城市绿地在城市景观和环境建设中的作用,掌握场地分析、功能分区、景观结构、交通组织、竖向设计、建筑、地形、植物、水体等诸多方面的设计原则、方法、基本语汇和技能。同时利用虚拟仿真实验平台,使同学们掌握园林设计图纸和园林建构之间的循证优化过程,了解景观绩效评价的内容。在设计实践过程中,进一步深刻地认识与掌握园林艺术理论,高质量地完成城市绿地的设计任务,并正确认识园林绿地在现代城市环境中的地位、作用及其不断发展的美好前景。

2.2 学时分配:

本课程分别安排在第四、第五、第六和第七学期完成。其中第四学期 32 学时、第五学期 40 学时,第六学期 64 学时;第七学期 40 学时。根据课程进度安排,每学期可以安排 1-2 个设计课题。教学中以课堂讲授与课堂设计指导相结合的方式进行,周学时为 4 学时,教学过程中可结合现场实习,并组织学生对设计方案适时地进行课堂讨论、评图。同时在第四学期和第六学期

安排虚拟仿真实验教学，在第四学期安排场地与廊架建构虚拟仿真实验：4课时；雨水花园建构与种植设计虚拟仿真实验：4课时。在第六学期安排场地雨洪过程模拟及绩效评价循证研究虚拟仿真实验：4课时。仿真实验教学过程关注信息化时代背景下的学生需求，实行互动式探讨式教学，倡导自主式、合作式、探究式学习。教学过程是通过系列的设计训练，以及在这一训练过程中学生不断地与教师一对一的直接交流，教师耐心细致、循循善诱地传授专业设计的思想与手法，使学生转化为专业园林设计人员的过程。学生完成的最终成果为每学期一套设计图纸及简要说明。为使师生交流更为充分便捷，每班分为两组，由两个教师分别讲授。

2.3 作业安排：

第四学期 身边的憩所——小型花园与附属绿地设计。共 32 个学时

作业内容：小型花园与附属绿地设计，共 32 个学时。分为：小型绿地设计（多为附属绿地）：24 学时；场地与廊架建构虚拟仿真实验：4 课时；雨水花园建构与种植设计虚拟仿真实验：4 课时。注重培养学生对场地特征与场所功能的理解与把握，强调空间、形态与图示表达能力的培养。廊架和雨水花园的景观建设虚拟仿真实验充分发挥信息技术特点，使学生对园林设计、园林工程及景观绩效等具有初步的整体认知。培养学生对雨水花园生态性的感知，以及对廊架、铺装场地与雨水花园等复杂物体空间建构过程的认知。

设计基地面积不宜过大，以便同学们把握。具体教学内容由任课教师确定。1 作业布置内容需包括：设计任务书，现状图，相关基础资料等，必须有实际的地块，以便学生可以考察现场，认识场地，寻求恰当的设计方案。

作业具体内容与要求如下：

- a 平面图，常用比例 1/500、1/300、1/200
- b 鸟瞰及局部透视图
- c 剖面图或立面图，常用比例 1/200、1/100
- d 设计说明
- e 实验模型构建
- f 实验知识点测验及实验报告

教学重点：

准确认识场地的功能作用，并通过良好的空间塑造方式予以满足。

恰当处理场地以周边环境与建筑的关系。

运用恰当的图示语言表达设计。

课程关键词：功能、空间、图式

第五学期 城市理想空间——城市公园设计。共 40 学时

本阶段力图培养学生掌握对一个较大地块进行规划设计的能力,以居住区花园和城市公园为主要研究对象,面积以 10-20 公顷为宜。掌握特定景观环境的功能分区、景观组织、交通组织、竖向设计、建筑、地形、植物、水体等诸多方面的布局、组织手法与原则。建立对于特定区域的景观系统、功能体系、形式特征与生态体系的构建能力。通过公园设计课,使学生们能够通过设计实践将现代设计理论进一步深刻地认识与掌握。具体选题由主讲教师确定。教学内容安排如下:

作业布置内容需包括:设计任务书,现状图,相关基础资料等,必须有实际的地块,以便学生可以考察现场,认识场地,寻求恰当的设计方案。

作业具体内容与要求如下:

- a 平面图,常用比例 1/500、1/1000
- b 竖向设计
- c 鸟瞰及局部透视图
- d 剖面图或立面图,常用比例 1/200、1/100
- e 设计说明

教学重点:

准确认识公园区别于城市其它用地的独特意义与价值。

熟练掌握植物、地形、水体、构筑等要素的处理手法。

建立良好的功能、空间、生态、形式体系。

课程关键词:概念(立意)、结构、要素

第六学期 城市开放空间(绿色综合体)——走向绿色基础设施。共 64 学时

作业内容:城市开放空间(绿色综合体)设计,共 64 个学时。分为:城市开放空间设计(绿色综合体):56 学时;场地雨洪过程模拟及景观绩效评价循证研究虚拟仿真实验,共 4 个学时,运用虚拟仿真实验平台,掌握场地雨洪过程模拟计算和及景观绩效评价循证相关知识。注重培养学生城市绿色基础设施对城市可持续性发展及生态效益的认知。通过本课程,学生们能够进一步了解风景园林设计在区域环境建设中的地位、作用、影响以及不断发展的可能性。具体教学内容由任课教师确定。

城市大型公园与开放空间设计，面积在 20-50 公顷为宜，其中可包含城市广场设计。通过对于城市复杂地段大型绿地与各类其它城市设施的整合，培养学生对城市绿地作为绿色基础设施解决城市问题的能力，塑造学生对于大型绿地的认知与设计能力。本阶段应使学生掌握对一个特定区域进行整体的外部空间设计与组织能力。综合运用城市规划、城市绿地系统规划、生态学，以及风景园林规划与设计的相关理论与知识，明确该区域各户外空间的用地性质，建立户外空间的布局结构，完成生态体系规划，确定规划范围内不同场所的功能内容与景观特征。分为：作业布置内容需包括：设计任务书，现状图，与设计相关的建筑平面图、立面图，相关基础资料等，如有实际的地块更好，以便学生可以考察现场，认识场地，寻求恰当的设计方案。

作业具体内容与要求如下：

- a 平面图，常用比例 1/1000、1/2000
- b 竖向设计
- c 植被规划
- d 鸟瞰及局部透视图
- e 剖面图或立面图，常用比例 1/200、1/100
- f 设计说明
- g 实验模型构建
- h 实验知识点测验及实验报告

课程重点：强调绿地作为建成环境的组成部分，应与其它用地共同构建宜居场所，从风景园林的角度解决环境问题，促使公园和其它用地的融合。

课程关键词：城市、边界、整合

第七学期 专题设计——多元、多样、多意。共 40 学时

具体教学内容由任课教师确定，课题选择建议为带有特定设计主题，与本学科当下热点话题相关的内容，突出创造能力的培养，以多元化的视角审视当前风景园林设计的意义与价值。1 作业布置内容需包括：设计任务书，现状图，相关基础资料等，如有实际的地块更好，以便学生可以考察现场，认识场地，寻求恰当的设计方案。

作业具体内容与要求如下：

- a 平面图，
- b 鸟瞰及局部透视图
- c 剖面图或立面图
- d 设计说明

课程重点：多角度探讨当代风景园林设计的内容、价值与方式。

课程关键词：风格、手法、意义

2.4 课程教学基本要求：

本课程的教学环节主要包括：选题与课堂讲授、课堂改图、评图及课外作业。教学过程中可根据学生的情况，指导学生在课上或作为课外作业选择部分代表性的作品进行实习和实测，以使學生掌握第一手资料，获得直接的感性知识。

园林设计的题目选择要有典型性和代表性，可选择假题或面积适当的真题。应要求学生设计有明确的主题立意。讲课应尽可能结合选题特点与课程进展的情况，分主题地进行讲解，说明不同阶段的设计要求，避免或减少学生在设计过程中出现的常见错误，并使学生更加深入地理解园林设计的基础理论，掌握设计手法。讲课应以多媒体演示为主，图文并茂，增加感性认识。设计要求应符合相应的国家设计标准和规范。

设计是一个创造性思维的过程，应注重教学的启发性，培养学生的动手能力、分析问题解决问题的能力，尤其应注意调动学生的主观能动性，培养学生创造性思维的能力。课堂改图、评图是园林设计课的重要环节，学生应顺次逐一介绍设计方案，由教师进行评改。通过评图，发现和分析不同设计阶段存在的个性与共性问题，分别进行分析、阐述，提高学生的设计能力；同时，学生通过方案介绍，锻炼了设计的口头表达能力。

三、本课程与其它课程的联系和分工

学生在修完美术、设计初步、园林艺术原理、园林建筑等相关课程的基础上，方可选修园林设计课。

四、本课程的考核方式

图纸是本课程的核心内容，是考核的基本手段，学生必须在规定的时间内完成设计图纸。教师也可以结合课程需要增加相应的论文内容。

五、课程简介

本课程是风景园林专业的专业核心课，目标是让学生掌握正确的风景园林规划设计理念、基本设计原则和方法。在教学过程中，要使学生应用科学技术与文化艺术手段，塑造功能完善、生态健全、景观优美的理想户外空间。

教学证明

我校风景园林本科专业于 2018-2019 学年已启用北京林业大学“低影响开发绿地循证设计和建造虚拟仿真实验”平台进行实验。已于 2018-2019 年第一学期对风园 17 级，第二学期对风园 16 级应用上述教学大纲。该平台对本校“风景园林设计”课程的教学实习提供了强有力的支撑，补充了平时教学中无法开展的教学过程，使同学们对廊架、雨水花园的实际建构过程有了直观的了解。

通过景观绩效评价廊架和雨水花园的建构成果，实现了风景园林循证优化设计过程。取得了较好的教学实践效果。依托北京林业大学该试验平台，提高了教学质量和学生实践能力。

北京林业大学教务处
2019年8月26日



中共北京林业大学委员会

中共北京林业大学委员会

关于《低影响开发绿地循证设计和建造虚拟仿真实验》项目及其成员政治审查情况的说明

根据北京市教委《关于开展 2019 年度国家虚拟仿真实验教学项目遴选推荐工作的通知》要求，学校党委对申报项目《低影响开发绿地循证设计和建造虚拟仿真实验》进行了政治审查。经核查，该项目符合党的教育方针，旨在加强学生实践能力，提升教育教学与实践相结合，具有正确的政治方向和价值取向。

项目成员政治审查情况如下：

王向荣，男，中共党员，博士，园林设计教研室教授，项目主持人。王向荣同志理想信念坚定，政治品质优秀，理论素养较高，思想端正，能够树牢“四个意识”、坚定“四个自信”、做到“两个维护”。作为院班子成员能够带头践行社会主义核心价值观，坚决执行党的路线方针和政策。爱岗敬业，具有奉献精神，能严格遵守各项纪律。教育思想端正，关心、爱护学生，教书育人，具有良好的职业道德。

郑曦，男，中共党员，博士，园林设计教研室教授。郑曦同志政治立场坚定，旗帜鲜明，贯彻党的教育方针，对待工作兢兢业业，一丝不苟，严以律己，宽以待人，严格遵守

各项纪律。

王鑫，男，中共党员，讲师。王鑫同志理想信念坚定，落实立德树人根本任务。注重师德修养，教育思想端正，教书育人，具有良好的师德师风。

戈晓宇，男，中共党员，副教授。戈晓宇同志在教育教学中融入思政元素，传递正能量。戈晓宇同志注重自我修养，思想端正，具有良好的师德师风。

张诗阳，男，群众，讲师。张诗阳同志拥护党的领导，坚决执行党的教育方针，具有较好的政治意识、大局意识、核心意识、看齐意识。张诗阳同志注重理论学习，不断提高思想认识。为人师表，思想新，作风实。



蔡凌豪，男，群众，讲师。蔡凌豪同志拥护党的领导，坚决执行党的教育方针，具有较好的政治意识、大局意识、核心意识、看齐意识。蔡凌豪同志注重师德修养，教育思想端正，教书育人，具有良好的师德师风。

特此说明！



中共北京林业大学委员会
2019年9月5日



北京林业大学 2019 年度国家虚拟仿真实验教学项目
政审意见表（企业人员）

姓 名	裴超奇	性 别	男	民 族	汉
出生年月	1992.01.22	政治面貌	群众	职 务	项目主管
工作单位	北京润尼尔网络科技有限公司		联系电话	17600133593	
项目名称	低影响开发绿地循证设计和建造虚拟仿真实验				
本人的政治、思想、工作表现；是否有违法、违纪及违反学术规范的行为记录	本人政治立场坚定，拥护党的路线方针政策，工作认真负责，无违法、违纪、违反学术规范情况。				
本项目是否具有正确的政治方向、价值取向	本项目具有正确的政治方向与价值取向，项目设计符合党的教育方针，践行社会主义核心价值观。				
同意。					
 北京润尼尔网络科技有限公司（代章）： 签字：  2019 年 月 日					

北京林业大学 2019 年度国家虚拟仿真实验教学项目
政审意见表（企业人员）

姓 名	王运	性 别	男	民 族	汉
出生年月	1986.09.10	政治面貌	群众	职 务	技术总监
工作单位	北京润尼尔网络科技有限公司		联系电话	17701301115	
项目名称	低影响开发绿地循证设计和建造虚拟仿真实验				
本人的政治、思想、工作表现；是否有违法、违纪及违反学术规范的行为记录	本人政治立场坚定，拥护党的路线方针政策，工作认真负责，无违法、违纪、违反学术规范情况。				
本项目是否具有正确的政治方向、价值取向	本项目具有正确的政治方向与价值取向，项目设计符合党的教育方针，践行社会主义核心价值观。				
同意。					
 北京润尼尔网络科技有限公司（代章）： 签字：  2019 年 月 日					

应用评价

我校风景园林专业于2018-2019学年应用北京林业大学“低影响开发绿地循证设计和建造虚拟仿真实验”平台进行风景园林实验。该平台对本校“风景园林设计”、“风景园林工程”等课程的教学实习提供了技术支撑，解决了学生学习过程中设计图纸无法现场施工获得循证修正信息的矛盾，使学生认识了完整的风景园林设计过程，取得了良好的教学实验效果。

依托北京林业大学该实验平台，提升了本校相关课程的教学质量和学生实验能力。



