

附件 1

## 2020 年度山西省虚拟仿真实验教学项目申报表

学 校 名 称	忻州师范学院
实 验 教 学 项 目 名 称	地物实景空间信息采集虚拟 仿真实验项目
所 属 课 程 名 称	地图与遥感
所 属 专 业 代 码	070501
实 验 教 学 项 目 负 责 人 姓 名	林长春
实 验 教 学 项 目 负 责 人 电 话	18003505756
有 效 链 接 网 址	<a href="http://dlx.xztc.owvlab.net/vlab/dwsjkj.html">http://dlx.xztc.owvlab.net/vlab/dwsjkj.html</a>

山西省教育厅 制

二〇二〇年四月

## 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	林长春	性别	男	出生年月	1969.02	
学历	大学本科	学位	硕士	电话	0350-3339216	
专业技术职务	副教授	行政职务	副主任	手机	18003505756	
院系	地理系			电子邮箱	lcc286@163.com	
地址	山西省忻州市和平西街10号			邮编	034000	
<p><b>教学研究情况：</b>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>主持教学研究课题“地理科学专业学生实践创新能力的培养与实践研究”，忻州师范学院，2015.01—2016.12</p>						
<p><b>学术研究情况：</b>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）；在国内外公开发行刊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）</p> <p><b>研究课题：</b></p> <p>（1）管涔山自然文化遗产的形成与保护研究，山西省教育厅哲学社会科学，2012-2015，主持人。</p> <p>（2）管涔山自然遗产的形成与保护研究，忻州师范学院，2012-2015，主持人。</p> <p><b>学术论文：</b></p> <p>（1）忻州市云中河景区的效益调查与分析，产业与科技论坛，通讯作者，2019。</p> <p>（2）平顺县旅游资源开发与对策研究，商丘师范学院学报，第二作者，2015。</p> <p>（3）新专业目录背景下旅游管理专业课程体系的优化研究—以广州高校为例，忻州师范学院学报，第二作者，2014。</p> <p>（4）基于一元回归模型的平遥古城低碳旅游预测研究，绵阳师范学院学报，第二作者，2015。</p> <p>（5）地理科学专业创新型实践教学体系的构建与实施—以忻州师范学院《水文与水资源学》课程为例，忻州师范学院学报，第三作者，2015。</p>						
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	吴攀升	地理系	教授	系主任	执行负责人	项目设计
2	刘俊	地理系	讲师	实验室主任	平台负责人	实验设计
3	勾朝阳	地理系	讲师	无	课程负责人	实验教学
4	胡砚秋	地理系	副教授	无	数据负责人	实验教学
5	席梅竹	地理系	讲师	无	数据负责人	实验教学
<b>1-2-2 团队其他成员</b>						
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	李玫	地理系	副教授	系副主任	教学负责人	
2	高学浩	地理系	实验师	办公室主任	共享负责人	在线服务
3	郑海霞	地理系	讲师	教研室主任	实验设计	
4	李少华	润尼尔		无	技术负责人	在线服务
<b>项目团队总人数：10（人） 高校人员数量：9（人） 企业人员数量：1（人）</b>						

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><b>2-1 名称</b></p> <p>地物实景空间信息采集虚拟仿真实验项目</p>
<p><b>2-2 实验目的</b></p> <p>地物实景空间信息采集虚拟仿真实验项目以忻州市和忻州师范学院地理系野外实践教学基地“两山一谷”（五台山、管涔山和滹沱河谷地）为研究区，旨在训练学生综合运用专业理论知识，完成地物实景空间信息采集、加工、输出、应用全过程的工作流。让学生体验从无人机飞行、影像获取、数据处理乃至三维模型制作的全过程；在复杂多变的实景中，观察无人机航线规划、影像数量和质量、三维建模效果和效率之间的变化规律；由学生独立自主地设计并完成全新的无人机航测任务，从而提升学生在实践中灵活运用知识，独立解决问题的能力。</p> <p>(1) 借助数字地球技术进行地物实景信息采集；</p>

(2) 了解无人机装配、调控、操作技术；

(3) 掌握利用无人机采集地物实景空间信息的原理与方法；

(4) 了解摄影测量基本原理、掌握无人机航拍影像的处理方法以及数字高程模型建模方法；

(5) 掌握从数字影像中提取信息的方法，并能够在虚拟场景中进行展示。

### 2-3 实验课时

(1) 实验所属课程所占课时：68

(2) 该实验项目所占课时：6

### 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）

(1) 相机参数与空间分辨率的关系

相机的性能和距离目标的远近，共同决定了成像分辨率。掌握相机参数（传感器物理尺寸、分辨率、焦距、视场角等）和无人机飞行高度共同决定空间分辨率的规律和特点，可以根据飞行任务对空间分辨率和重叠度的要求、无人机的载重和飞行高度限制等条件，选择合适的成像传感器。

(2) 安全起飞条件判断

飞行安全是无人机应用的重中之重。在牢固树立学生安全意识的前提下，通过精心选择起飞地点，提高任务效率，包括：

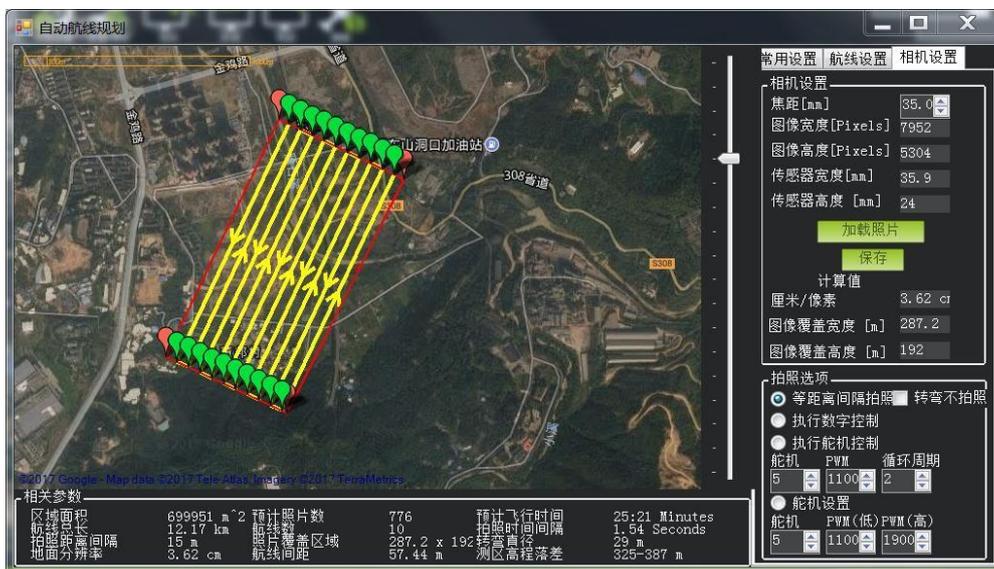
① 起飞地点：判断是否在禁飞区；学习如何根据飞机类型的不同，判断场地是否适合起飞（如上空的电线、树枝及飞行区域内的障碍物等）。

② 起飞时机：根据风力判断口诀判断风力是否超过无人机的抗风能力；判断太阳高度角是否影响航测成果；对于固定翼无人机，应逆风起飞。

③ 无人机结构安全：学习检查飞机硬件安全性，如螺旋桨、电池电量、无线电数传、相机是否工作正常、是否与地面站正常连接等。

(3) 航线规划

航线必须完整覆盖整个待测量区域；航线总长度不能超过无人机的续航能力；在保证足够覆盖度的情况下，应尽量提高效率。



① 学习航线规划参数，包括飞行高度、速度、航向、偏航角、重叠度、曝光参数等。

② 掌握根据测区范围，绘制飞行区域；根据区域特点和风向，设置航向；根据飞行区域范围，设置航向重叠度和旁向重叠度；根据分辨率要求，设置飞行高度；根据任务目标要求，设置飞行方式为垂直摄影或倾斜摄影；调整航线的角度，尽量减少无人机拐弯的次数，提高效率。

③ 了解任务分解和断点续航的方法。

#### (4) 地面控制点布设与测量

地面控制点应均匀地分布在飞行区域内，方能提高最终产品的质量和精度。理解地面控制点、像点的概念及其关系，理解影像上“刺点”的原理。



### (5) 飞行状态监测与应急处置

飞行地面站是观察无人机状态的主要手段，掌握如何使用地面站；通过模拟操作，了解遥控器与无人机飞行状态之间的关系。

① 通过观察无人机起飞和悬停，了解无人机操控注意事项。包括起飞后让飞机在 5m 高处悬停，通过控制键进行上升、下降、前后和左右平移、旋转等动作，观察姿态是否稳定；

② 观察无人机在执行航测任务时，地面站的信息显示，包括：距离、高度、速度、航向、剩余电量、遥控器信号强度、照片拍摄情况等。

③ 遇到紧急情况（如风力增强、电量低、飞行状态异常等），通过切换自动返航按钮，召回无人机；或通过直接降落按钮及人工操作，将无人机降落到空旷的安全地带。

④ 观察无人机降落，了解降落注意事项，降落前注意疏散围观人群。

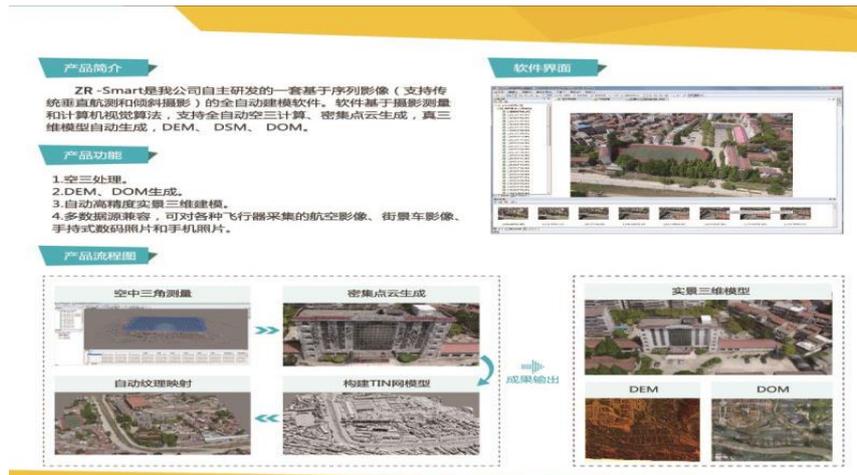


### (6) 数据预处理

数据预处理应将每张照片赋以地理坐标，并剔除质量不高的照片。通过对照片进行导出和地理关联等操作，显示照片位置和姿态。同时，可查看图片覆盖情况，如果不满足任务要求，需要重新进行航拍。

## (7) 数据处理与三维建模

采用航空摄影测量软件处理无人机获得的航测影像。掌握在软件中建立工程、对齐照片、点云加密、面片化等基本操作，理解参数设置对处理结果的影响。低精度的参数设置速度快、精度差；高精度的参数设置制作的模型精度高，但速度低。



## (8) 数字产品生成与成果展示

掌握如何生成数字正射影像、数字表面模型和三维模型，以及如何浏览和检视成果。

知识点数量：(8个)

- ① 相机参数与空间分辨率的关系
- ② 安全起飞条件判断
- ③ 航线规划
- ④ 地面控制点布设与测量
- ⑤ 飞行状态监测与应急处置
- ⑥ 数据预处理
- ⑦ 数据处理与三维建模
- ⑧ 数字产品生成与成果展示

## 2-5 实验仪器设备（装置或软件等）

项目涉及到的实体仪器设备和数据处理软件包括：

### （1）六旋翼无人机



### （2）全站仪

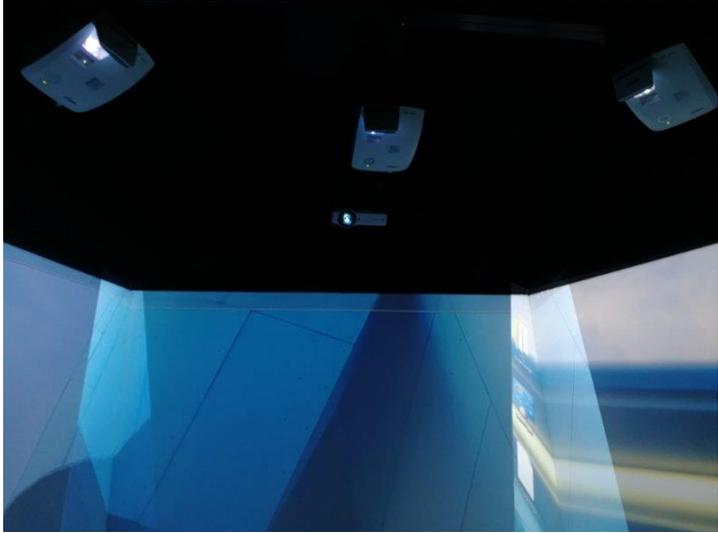


### （3）RTK

### （4）Mirauge-3D 三维建模软件



(5) 虚拟仿真系统包括：通过 3D 仿真技术实现虚拟仿真教学。



用于仪器设备认知：无人机认知虚拟仿真软件、全站仪认知虚拟仿真软件、水准仪认知虚拟仿真软件；

用于无人机数据采集：像控点布设虚拟仿真软件、像控点测量虚拟仿真软件、航线规划虚拟仿真软件、无人机操控虚拟仿真软件；



用于无人机数据处理：倾斜影像三维建模虚拟仿真软件、三维模型地形图勾绘虚拟仿真软件、地形图修补测虚拟仿真软件。

## 2-6 实验材料（或预设参数等）

### 2-6-1 实验材料

#### （1）仪器设备认知

在系统中构建仪器设备的三维模型，展示仪器设备各部件的名称和功能信息，设置交互让学生对仪器设备有整体认知，清楚地了解每个部件的名称、功能和操作方法。

#### （2）无人机数据采集

① 像控点布设：在不同的测图比例尺下，根据场景中的地形和像控点布设的原则，预设一定数量的像控点，学生选择其中正确布设的点完成像控点的布设；

② 像控点测量：使用全站仪、RTK 移动站或水准仪，按照相应的测量方法和流程，完成像控点的坐标测量工作；

③ 航线设计：学生根据测图比例尺选择无人机倾斜摄影的地面分辨率，然后计算相应的航高，在虚拟的平板电脑中规划飞行路线和设置各项飞行参数，并与预先设定的正确参数比较；

④ 飞行操作：根据设置好的飞行参数，完成无人机从开机到数据导出的整个操作流程。

#### （3）无人机数据后处理

学生通过线上观看视频，学习三维模型重建和三维模型地形图勾绘的软件操作，预先设置场景中需要修、补测的区域，使用全站仪按照坐标测量的步骤完成修、补测，并在线下通过专业软件完成倾斜影像的三维建模和地形图绘制。

## 2-6-2 实验过程中涉及到的关键参数

(1) 仪器组装中的参数选择：掌握多旋翼航摄无人机的特点，按照组装顺序，完成设备组装。

(2) 起降点的选择：通过学习掌握起降点选取原则与方法，完成起降点选择。

(3) 航线设计：包括航摄无人机飞行关键参数，如航高、航向重叠度、旁向重叠度、航线倾斜角，以及相机参数，如曝光时间等。

(4) 航摄过程控制：其中的关键参数包括，无人机飞行过程中各种操作参数及不同操作键盘按键的使用。

(5) 航摄异常处理：包括航摄过程中应对无人机异常的操作键盘按键使用。

(6) 航摄质量检查：包括航向重叠度、旁向重叠度等参数。

## 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）

本实验利用虚拟仿真技术，结合无人机实体和 3D 打印技术开展教学，让学生在虚拟沉浸式的环境中学习和掌握应用无人机实现地物实景信息采集、加工、输出和应用的原理和方法。本实验与 3S 野外实习内容虚实结合，学生在本实验中所获得的技能，可提高实地综合实习的进度和效果。

首先，学生可以在虚拟场景中自由的漫游和探索，基于实体无人机的知识，操作虚拟实验设备进行数据采集，在虚拟环境中加工采集的数据、生成相关产品。其次，学生应用先进的 3D 打印技术输出地形沙盘，“虚实结合”，增强认知。

### (1) 实验教学方法的使用目的

① “两山一谷”实践教学基地具有复杂的地形环境，实地测量难度大。

而在虚拟地理环境中则可以进行自由漫游和探索,可提高学生对地理环境的认知。实验项目的设立符合国家对开展虚拟仿真实验项目需要具备“不可达”特征的要求。

② 本实验涉及的仪器实体比较贵重,操作专业性要求高。以无人机采集数据为例,在实地综合实习中,使用无人机进行数据采集容易因操作不当造成无人机损伤甚至损毁。因此,在操作无人机之前,应该在虚拟环境中熟悉无人机操作的基本方法,并反复演练,这样才能保证在更复杂的实际环境中更加平稳的操作无人机,更加从容的面对各种突发状况。

③ 在虚拟平台中可以构建多源信息模型,进行多情景下的地物实景仿真,提高学生在野外环境下的实习能力,提升学生对实景地物的认知能力。

## (2) 实验教学方法的实施过程

① 课前线上预习:坚持虚实结合,构建虚拟教学系统,学生课前可以通过登陆平台界面自主学习,其中指导书和视频资料供学生课前自学。由于是交互式平台,学生在线可以进行研究区勘察、重点区域的全景认知,熟悉实验项目的知识点、操作步骤等。学生也可将预习中的问题反馈给教师,便于教师了解学生基础。

② 教师示教与仿真模拟练习:课堂上教师给出飞行机实体进行讲解,并选择仿真系统的关键环节进行有针对性示教;结合沉浸式设备,学生可以观摩并在虚拟场景中认知研究区的地理环境;学生依据指导书进行飞行设置获取数据等教学项目;教师巡回指导,对有需要的学生适当对知识点展开介绍。

③ 作业提交与课后复习:学生针对课堂内容和要求完成作业,同时复习实验内容,巩固知识点。

## (3) 实验教学方法的实施效果

① 在开展虚拟仿真实验项目以前,学生在课堂上对于空间信息采集和虚

拟地理环境只有理论上的认识，既不直观，也不深刻。而且，课堂教学和实地综合实习是在不同学期中开展的。在实地实习时，指导教师不可能对每个学生进行结合理论的深度指导，学生难以将实践和理论联系起来，使实习效果打了折扣。虚拟仿真实验很好的衔接了课堂教学和野外实地教学之间的空隙。空间信息的采集和综合应用是地理信息科学专业在教学过程中比较综合与复杂的内容，它涉及多门课程中的知识点，并且对学生的动手实践能力和综合分析能力都有一定要求，从而提升实践活动的学习效果、增强学生理论联系实践的能力。

② 虚拟仿真实验与实地实习相比较，其实验结果是实时取得的，反馈周期短，容易让学生将精力集中在实验过程中，吸引学生注意力，促进学生学习的积极性。同时，虚拟仿真实验大大提升了实验效率，将实地实习的冗长过程浓缩到2个学时的实验室学习过程中，可以让学生关注实验内容中的重点与难点，并加以反复练习。

③ 本实验所取得的实验结果还可以进一步拓展。例如，学生可以以实验结果为基础，进行进一步的数据分析，或者在已有的三维模型基础上构建更加逼真、精致的模型，再以此为内容参加学校举办的“3D地学模型打印比赛”。

## 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：

实验内容涵盖了无人机航空测绘及建模全过程，既包括理论知识的认知实验，也包含无人机外业测绘过程的操作实验。针对无人机航空测绘过程中内业和外业特点不同，采用了不同的教学方法，具体包括：

#### ① 基于学习与考查相结合的认知实验方法

无人机倾斜摄影测量过程中涉及到倾斜摄影测量的基本过程以及无人机、全站仪和水准仪的基本概念、结构、安全组装及使用方法等理论知识，对此部

分知识的教学方式，首先采用图文 PPT 课件与学习视频结合的方式进行教学，实现学生对无人机航空测绘过程中相关知识的认知，并完成练习题，教师可在线答疑。该部分内容可以作为学生学习相关仪器设备的导学或复习，要结合老师在这前后的实验课堂上讲解的仪器操作的详细方法和注意事项。

## ② 虚拟操作与真人演示视频结合的操作实验模式

无人机倾斜摄影测量及三维建模过程中，相关仪器和航摄、建模软件的操作、使用是教学的重点，也是帮助学生理解、掌握无人机倾斜摄影测量过程的关键。对操作性强的步骤，采用虚拟操作进行。同时对于一些操作细节较多的内容，为进一步加强学生理解和对知识点的掌握，系统提供了生产一线工程师的现场演示视频，二者相互补充，提升教学效果。

首先，学生可在仿真实验系统中无人机数据采集界面中，依次进入各个模块的虚拟仿真实验场景中，根据系统提供的实验原理，分别完成正确的无人机飞行前的准备工作、像控点的选择、利用全站仪或 RTK 获取像控点的坐标、规划航线与设置飞行参数以及无人机飞行操控采集数据，并完成练习题，教师可在线答疑。无人机飞行前的准备工作包括无人机的组装和无人机飞行前的检查，无人机航空摄影、航摄异常触发与处理、航摄无人机降落控制、航摄仪器拆卸装箱等实验操作。通过本模块的练习，使学生可以在进行无人机倾斜摄影测量之前，掌握虚拟仿真实验各步骤所涉及的知识点。

在实验课堂上分组布置具体的实验任务，分别完成五台山、管涔山、滹沱河流域的 1:10000 地形图的测绘，学生在线上完成实验，并在线提交报告，最后教师评分并及时反馈。系统针对每个实验步骤提供了测试习题集，测试学生对相关知识点的掌握情况。同时系统还对学生操作过程的准确性、熟练程度也设计了评价体系，通过两种评价体系的相互结合，形成对学生学习情况和对知识点掌握情况的考评和反馈。

其次，学生可在仿真实验系统中无人机数据的处理包含以下步骤：使用像控点进行三维模型重建、在建好的三维模型上勾绘地形图、对地形图不完善的区域实施修补测。三维模型重建和三维模型地形图成图在商业软件中完成，地形图修补测使用全站仪进行坐标测量。学生在虚拟仿真平台中观看三维模型重建和地形图成图的软件操作视频，在地形图修补测模块中学习全站仪测图的流程，并在各个模块中完成练习题。

## （2）学生交互性操作步骤说明：

### ① 仪器设备的认知

第 1 步：登录系统：进行系统登录，进入无人机倾斜摄影测量过程虚拟仿真实验系统主界面，以注册用户登录。

第 2 步：进入仪器认知模块：学生在虚拟仿真平台主界面中，主界面包括仪器认知、数据采集和数据处理三个模块，选择仪器认知模块。

第 3 步：选择仪器设备：仪器认知模块下有无人机、全站仪、水准仪三个模块，选择某一个仪器设备认知页面，首先显示仪器设备的三维模型，可以动态慢速旋转，在页面左侧设置选项面板：包括有三个选项，分别为“主要部件名称”、“主要部件功能”、“练习题”。

第 4 步：点击“主要部件名称”，三维模型上弹出 10 根引线，点击相应的引线数字标记，分别弹出各部件名称。

第 5 步：点击“主要部件功能”，三维模型上弹出 10 根引线，点击相应的引线数字标记，分别弹出各部件功能，以文字结合视频相结合的方式呈现。

第 6 步：点击“练习题”，弹出练习题，仪器的三维模型上弹出一定数量的引线，点击相应的引线数字标记，每道题弹出 4 至 6 个答案选项供学生选择，其中两项是正确的名称和功能，全部完成后提交，软件给出答题结果。

### ② 无人机数据采集

无人机数据采集主界面中有四个模块选项，分别为“像控点布设”、“像控点测量”、“航线设计”和“无人机操控”。

第 7 步：进入模块主界面，点击“数据采集”模块，进入“像控点布设”，显示场景地图，并出现测图比例尺的选择框，学生选择相应的比例尺。

第 8 步：地图上显示预先布设的像控点，其中有正确的也有错误的点，所有点均可触发，鼠标移至点上显示像控点的信息。

第 9 步：点击任一点，显示“去实地查看”选项，点击该选项，场景拉近，可以看到像控点在实地的环境，可以根据系统提供的像控点布设原则选择正确的像控点。

第 10 步：当所有点选完之后，点击主界面的“布设完成”选项。若学生选择的均为正确的点，不包含错误的，则提示“布设成功”。若学生选择的有不正确的点，则提示“布设不成功，重新布设”，并显示错误的点号，学生返回修改，直到全部正确为止。

第 11 步：点击“练习题”，弹出练习题，学生完成练习题，系统给出评价。

第 12 步：学生点击“像控点测量”模块，进入模块主界面，主界面有两个选项：全站仪测量模式和 RTK 测量模式，同时界面左侧出现三个选项“像控点的概念”、“像控点测量方法”、“注意事项”，供学生自主学习相关理论知识。

当选择“全站仪测量”模式，学生有如下操作：

第 13 步：点击“开始测量”，进入全站仪坐标测量的界面，场景中出现 3 个控制点，并引线标注。

第 14 步：在 A 点上点击“仪器安置”，软件自动演示仪器对中和整平的过程。

第 15 步：点击“配置测站”，让学生分别触击“量取仪器高”和“开机”，

触发“坐标测量模式”，在输入测站坐标界面，通过键盘输入 A 点坐标。

第 16 步：点击“对后视”，弹出后视点坐标输入界面，通过键盘输入，自动显示出后视方位角，点击“瞄准后视”，仪器自动瞄准。点击“检测”，仪器射出激光红线，并给出测量坐标，已经和已知坐标的差值，点击“通过检核”，完成对后视。

第 17 步：触发“测量目标点”，仪器自动瞄准 C 点，点击“测量”，弹出 C 点坐标界面，点击“保存”，提示“下一点”和“退出”。

当选择“RTK 测量”模式，有如下操作：

第 18 步：出现一个新界面，左边是一台慢速旋转的 RTK 移动站三维模型，右边是仪器结构图，分别引出 8 根引注线，介绍仪器的结构名称。

第 19 步：点击“开始测量”，进入 RTK 坐标测量的短视频界面，介绍 RTK 测量的过程。

第 20 步：点击“退出”，回到起始界面。

第 21 步：点击“练习题”，弹出练习题，学生完成练习题，系统给出评价。

学生点击“航线设计”模块，进入模块主界面，有如下操作：

第 22 步：进入航线规划场景，出现提示文字，提示航线规划区域面积，建筑物高度等信息，以及多旋翼无人机飞行器的相关参数信息。

第 23 步：进入地面分辨率选择界面，提示测图比例尺和建模精度要求，学生根据提示的测图比例尺和建模精度选择地面分辨率。

第 24 步：进入航高计算界面，提示无人机相机的焦距信息、最大飞行高度信息、感光元件尺寸大小、相机像素、场景最大建筑物高度，学生根据选择的地面分辨率，输入计算出的航高，系统根据学生输入的结果提示是否正确。

第 25 步：打开虚拟平板电脑中的地面站软件，学生选择航拍范围并设置飞行参数，系统提示参数设置是否合适。当参数设置均正确时，点击“生成航

线选线”，显示航线路线图。

第 26 步：点击“练习题”，弹出练习题，学生完成练习题，系统给出评价。

学生点击“无人机操控”模块，进入模块主界面，有如下操作：

第 27 步：首先是飞行准备，使用鼠标点击无人机，按照提示进行以下步骤：

a. 取出机身机支架。从箱子里小心取出机身及支架，两人配合，在操作界面上分别设置有学生 A 和学生 B，学生 A 安装好快拆支架，将飞机置于平地上，放稳。

b. 正确安装机臂。学生 A 取出机臂，屏幕出现安全提示窗口如下：机臂采用了防错装设计，错装是无法装到机身上去的。正、反浆机臂，电机采用不同颜色，接电接口采用不同结构)，学生阅读后，点击返回，顺序安装六支机臂，并锁紧螺旋卡扣，不得有任何遗漏，学生 B 进行检查，学生安装好机翼后点击检查按钮，如果安装正确，提示安装正确，如果安装错误，则提示：安装错误，请重试。

c. 安装电池。学生小心取出动力电池，屏幕出现安全提示窗口如下：请不得碰撞并确定已经充满电。请将电池装入电池仓，并确定卡扣正确卡紧。屏幕提示：此时不要接通电源；

d. 安装云台。学生把云台取出，小心装入云台挂架，并确定卡扣卡紧；连接好电源控制线。

e. 插好电源等待自检。在接到地面站操作员的飞机通电口令后，将动力电池接头插上相对应插口，等待飞机系统自检。

f. 地面站联机检验。待飞机自检通过后，地面站操作员首先打开平板电脑内的地面站软件，检查地面站与飞机否联机成功。屏幕显示联机成功。

g. 打开并上传航线文件。

h. 解除保险。联机无误后按下启动按钮（下图左侧圆形按钮），解除保险，进入待机状态。

第 28 步：开始飞行操作，点击“起飞”，无人机自动起飞，开始执行航线任务，到达每一个航点收起落架并拍照。

第 29 步：降落过程中如有状况可在落地前随时取消降落；安全降落后再次按下启动按钮，启动保险。

第 30 步：飞行任务完成降落后，等待螺旋桨完全停止转动，在操作员的指令下再次按下启动按钮，启动保险，进入待机状态。注意：启动后的飞行器非必要请勿靠近。在地面站操作员的指令下拔下动力电池接头。

第 31 步：将相机数据导出，并点击飞行器电源关机。

第 32 步：依次取下云台，动力电池，螺旋桨，机臂，支架，并小心装回收纳箱中；完成飞行任务。

第 33 步：点击“练习题”，弹出练习题，学生完成练习题，系统给出评价。

第 34 步：根据学生在实验操作过程中的用时，对学生操作的熟练程度进行评价。

### ③ 无人数据处理

无人机数据处理主界面中有三个模块选项：

第 35 步：点击“三维建模”模块，进入模块主界面，点击“查看实验原理”选项，跳出实验原理界面，介绍三维建模的原理。

第 36 步：点击“开始三维建模”选项，跳出三维建模软件的操作视频。

第 37 步：点击“练习题”，跳出练习题界面，学生完成练习题，系统给出评价。

第 38 步：点击“开始三维测图”选项，跳出三维模型地形图成图的视频。

第 39 步：点击“练习题”，跳出练习题界面，学生完成练习题，系统给出

评价。

学生点击“地形图修补测”模块，进入模块主界面，有如下操作：

第 40 步：在场景地图上显示需要修补测的地物，点击“选择图根控制点”，在地图上显示所有布设好的图根控制点。

第 41 步：根据需要测量的地物的位置选择控制点，若控制点选择合适，则全站仪将放置于该点。

第 42 步：点击“开始测量”，场景图拉近，动态显示全站仪对待测地物的特征点逐个测量的过程，即棱镜放置在每一个特征点。

第 43 步：采用相同的过程完成所有地物的测量，完成之后点击“展点”，跳出地形图，显示地形图绘制的过程，点击“注记信息”，则在地形图上显示注记。

第 44 步：点击“练习题”，跳出练习题界面，学生完成练习题，系统给出评价。

学生点击“Mirage-3D 三维建模软件”模块，进入模块主界面，有如下操作：

刺点操作步骤：

第 45 步：选中需要处理的控制点行；点击“预测”按钮自动预测对应像点。

第 46 步：点击相片左上角“放大镜”按钮，放大该相片细节，并刺点。

第 47 步：控制点位刺好后点击“对勾”图标确定该刺点位置。重复以上操作，完成所有控制点编辑。

点云编辑软件操作步骤：

第 48 步：点击绿色加号，打开点云结果文件。

第 49 步：选中左侧点云文件，点击地图图标，地面点分类出现弹窗，分

类完成。

第 50 步：点击“分类视图”图标，选择只显示地面点。

第 51 步：按住 shift 在窗口点击一下，再按一次 shift，弹出一个右侧窗口。

第 52 步：按着 shift 在左侧窗口选择部分点云，这部分点云会出现在右侧窗口。

第 53 步：在右侧调整点云位置按着 shift 选择飞点噪声点，将其归类到“未分类”。

第 54 步：点击图标生成 TIN；导出点云文件 las、tif。

空三操作步骤：

第 55 步：点击“新建工程”按钮，输入工程名、工程路径。点击“选择文件夹”按钮，添加多组影像。

第 56 步：检查每组的影像参数，双击分组可更改参数。点击“从文件导入...”按钮，从外部读取 POS 数据。

第 57 步：可自定义列的属性，根据 POS 文件选择合适坐标系。选择 POS 数据源坐标系，根据 POS 选择。

第 58 步：选择目标坐标系，投影坐标系或 ENU；点击“显示 POS”按钮，检查 POS 分布。

第 59 步：设置工程参数，空三方法通常选择“FastAT”；点击“空三”按钮，自动进行空三。

第 60 步：点击“节点管理”按钮，选择工作路径，等待几秒，任务接收成功；节点现实状态“Busy”，任务状态显示“Running”；空三结果展示。

正射影像智能拼接操作步骤：

第 61 步：点击“自动镶嵌”图标，自动进行快拼正射影像生产；点击“影像智能拼接”图标。

第 62 步：点击“新建工程”图标，输入新建名称，选择工程和影像路径。  
点击“处理”图标；点击 Edit->Edit Seam 进入编辑状态。

第 63 步：左键按住带修改点拖到想要的位置；点击 File->Exposure 进行匀光处理。

## 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

(3) 其他描述：

实验报告要求详细记录实验过程，包括参数的计算和选择结果、实验步骤及各个模块结果的截图，同时完成倾斜影像的三维建模和地形图绘制。报告要严格记录实验异常情况，进一步“自检”操作过程，修正操作步骤，有针对性地提高相关操作环节。

## 2-10 考核要求

实验考核成绩由平时成绩与实验报告组成，各占总成绩的 50%。

(1) 平时成绩

平时成绩主要考核在实验过程中取得的一系列成果，包括相机与无人机选择是否恰当、规划的航线与地面控制点的选择是否合理、无人机飞行状态是否稳定、取得的航拍结果是否清晰有效、生成的三位模型是否准确、结果输出是否准确等。成绩评定随堂给出，由指导老师根据实验原理及学生课堂表现，结合学生实验结果的准确程度，对每个实验项目完成情况给出学生成绩。

(2) 实验报告

实验报告考核学生是否掌握了实验目的、原理和步骤，以及实验结果的正确性和完整性。学生提交后，由实验指导教师根据结论合理性，报告书写专业性，给出成绩。

### 2-11 面向学生要求

#### (1) 专业与年级要求

本实验主要面向地理科学及相关专业大二及以上阶段的本科生，选修无人机测绘有关课程的大一与大二的本科生。

#### (2) 基本知识和能力要求

要求学生在使用本系统前预先掌握《地理信息系统原理》、《自然地理学》、《人文地理学》、《测量学》、《地图学》等相关课程的知识，同时具备计算机操作的基础技能，以及遥感科学与技术领域的基础实践能力。

### 2-12 实验项目应用及共享情况

(1) 本校上线时间：2017年12月15日

(2) 已服务过的本校学生人数：500

(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：2018年3月1日，已服务人数：50

## 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://dlx.xztc.owvlab.net/vlab/dwsjkj.html>

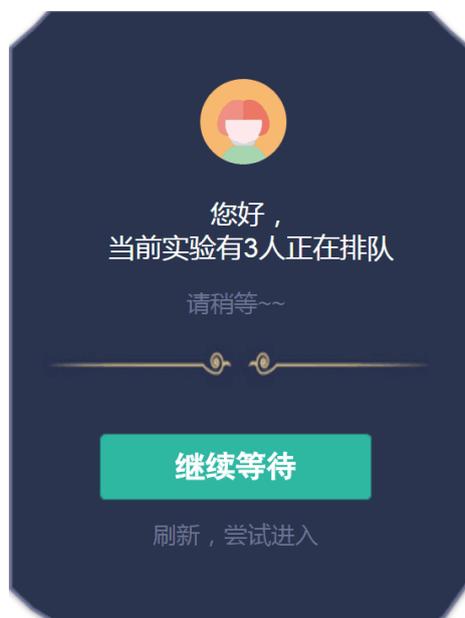
### 3-2 网络条件要求

(1) 说明客户端到服务器的带宽要求（需提供测试带宽服务）

- 基于公有云服务器部署的系统，5M-10M 带宽
- 基于局域网服务器部署的系统，10M-50M 带宽

(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）

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。



### 3-3 用户操作系统要求（如 Windows、Unix、IOS、Android 等）

（1）计算机操作系统和版本要求

Windows7 及以上。

（2）其他计算终端操作系统和版本要求

无。

（3）支持移动端：是 否

### 3-4 用户非操作系统软件配置要求（如浏览器、特定软件等）

（1）需要特定插件 是 否

（2）其他计算终端非操作系统软件配置要求（需说明是否可提供相关软件下载服务）

IE 自带 IE8.0 及以上（推荐使用 360 浏览器兼容模式）。

### 3-5 用户硬件配置要求（如主频、内存、显存、存储容量等）

#### (1) 计算机硬件配置要求

软件配置需求（最低）	软件配置需求（推荐）
操作系统：Windows 2000 以上 浏览器：IE6.0 以上	操作系统：Win7 及以上 浏览器：IE8.0
配件配置需求（最低）	配件配置需求（推荐）
处理器：Intel 2GHz 及以上 内存：2GB 及以上 硬盘空间：40G 显卡：分辨率 1024x768 像素及以上 网络：1000Mbps 以太网卡 显示器：14 英寸以上 网速：1M 以上	处理器：Intel 2.2GHz 内存：2GB 硬盘空间：80G 显卡：分辨率 1280x1024 网络：1000Mbps 以太网卡 显示器：14 英寸以上 网速：2M

#### (2) 其他计算终端硬件配置要求

无

### 3-6 用户特殊外置硬件要求（如可穿戴设备等）

#### (1) 计算机特殊外置硬件要求

无

#### (2) 其他计算终端特殊外置硬件要求

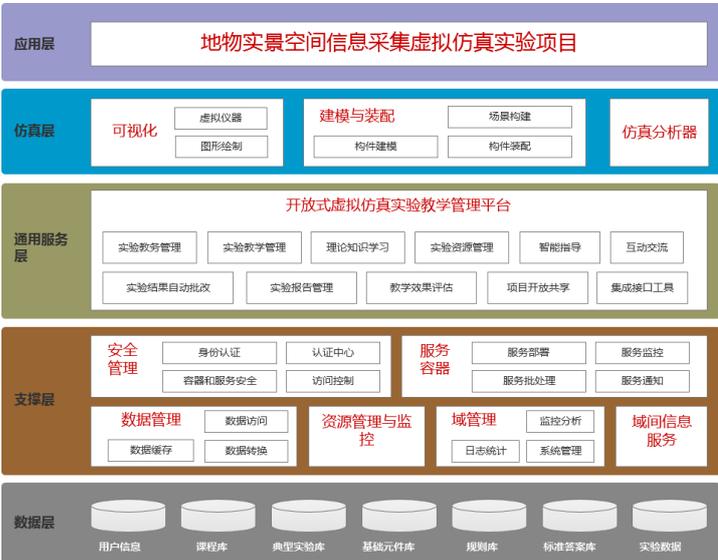
无

### 3-7 网络安全

(1) 项目系统是否完成国家信息安全等级保护 是 否

(勾选“是”，请填写) 级

#### 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>地物实景空间信息采集虚拟仿真实验项目的开放运行依托于开放式虚拟仿真实验教学管理平台的支撑，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的实验，加强实验项目的开放服务能力，提升开放服务效果。</p> <p>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>图 1 系统总体架构图</p> <p>如图 1 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>

### (1) 数据层

地物实景空间信息采集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。

### (2) 支撑层

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。

### (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

基于底层的的服务，最终地物实景空间信息采集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。	
实验 教学 项目	开发技术	<input checked="" 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 其他_____
	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 checked="" type="checkbox"/> Unreal Development Kit <input type="checkbox"/> Animate CC <input type="checkbox"/> Blender <input type="checkbox"/> Visual Studio <input type="checkbox"/> 其他_____
	运行环境	<b>服务器</b> CPU <u>8</u> 核、内存 <u>2</u> GB、磁盘 <u>60</u> GB、 显存 <u>4</u> GB、GPU 型号 <u>Intel 2GHz 及以上</u> <b>操作系统</b> <input checked="" type="checkbox"/> Windows Server <input type="checkbox"/> Linux <input type="checkbox"/> 其他 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)	<b>数据库</b> <input type="checkbox"/> Mysql <input checked="" type="checkbox"/> SQL Server <input type="checkbox"/> Oracle 其他_____
	备注说明	无
	单场景模型总面数: 100000 万 贴图分辨率: 1024*1024 每帧渲染次数: 3 次 动作反馈时间: 5 秒 显示刷新率: 不低于 25Hz 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) 实验方案设计思路:

实验教学项目,选择了空间信息采集与应用这一主题作为实验内容,整合线下线上资源,以学生为中心,在“沉浸式、交互式、网络化”的虚拟三维场景中,将完整的地物实景空间信息采集虚拟仿真实验项目搬到线上,学生可以自主探究空间信息的获取—处理—应用的全过程,也可以开展灵活的案例开发和拓展创新;虚实结合的实验教学模式,实验过程直观清晰,重难点突出。

① 实验项目具有其综合性和复杂性的特定,从空间信息采集、三维建模和数字产品生成与成果展示,实现了地理空间信息采集建模的一个完整的虚拟流程。本虚拟化实验教学项目让更多人具体体验式学习经历。此虚拟实验项目贯穿了本科教学的各个阶段,有效串联起了多门课程中具有相互关联关系的知识点。

② 实验项目集成 AR、VR、无人机数据采集、数据处理与三维建模和数字产品生成与成果展示和 3D 打印等多项最新技术,建立从自然环境到虚拟再现、人工实体的可视可触的地学全过程虚拟仿真实验教学新理念,逼真展示地学教学内容。

③ 形成教研学深度融合,学生参与案例开发的参与式建设模式,突破了一般地学教学内容的简单模式,解决了地学内容的空间不可及、时间不可及和部分内容抽象难懂等问题。

## (2) 教学方法创新:

本项目坚持以学生为本,充分利用互联网和虚拟仿真技术,实现教学方式方法的多样性,主要体现在:

① “虚实结合”教学方式方法,生动了教师理论教学、实验演示的教学方法和教学内容,极大提升教学效果;使得实验教学和理论教学相结合,践行了以“实验教学质量为本”的过程教学;对目前比较先进的空间信息采集技术,如无人机和全站仪,进行了虚拟仿真,具有较高的实用价值。

② “线上线下协同”教学方式方法,突破了教与学的时空限制,不仅丰富了学生学习内容和学习方式的选择,强化了学生个性化和自主学习,而且实现了教与学双向互动。

## (3) 评价体系创新:

本实验项目从空间信息采集的理论考核、无人机的仿真实操和三维建模及数字产品成果展示等方面来综合考核学生的理论掌握程度、理论应用能力和实际问题分析能力。并采取线上线下相结合的教学评价体系,既增强了学生主动学习的积极性,也可以客观公正的对学生的实验结果做出评判。

## (4) 对传统教学的延伸与拓展:

本实验教学项目拓展了传统实验对设备条件、时间、空间和经费的依赖。让所有学生实现在“沉浸式、交互式、网络化”的虚拟三维场景中,现场感的体验式学习,拓展了传统学习方式,将一个完整的从空间信息采集、三维建模和数字产品生成与成果展示,实现了地理空间信息采集建模的一个完整的虚拟流程。既实现了零危险、安全经济的绿色实验,节省大型设备重复投入经费,也充分满足了学生自主探究的需要。

## 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) 面向高校的教学推广应用计划: 项目可作为地理系人文地理与城乡规划、地理科学等专业本科生的专业必修与选修拓展课程。学生在对地图与遥感有了基本的认识后, 可以通过本系统的学习, 进一步了解测绘遥感技术在实际中的应用。同时作为研究生深入学习无人机、全站仪测量原理及地图制作的专业课程, 深入理解并体验各种测量设备的空间信息采集原理及建模过程。

(2) 持续建设与更新: 项目依托山西省省级实验示范中心——忻州师范学院地理实验中心, 协调学院、国有资产管理处和地理系, 进行后续的持续建设与更新。学院和国有资产管理处负责经费管理和实验设备资源的统筹采购。地理实验中心主任、实验管理人员和技术人员负责建设和运行, 实验教学人员负责课程资源内容的建设, 技术人员负责系统维护、更新。以现有全息虚拟仿真影像室、VR 眼镜、腰带、手柄等为基础, 后续在实验设备和教学内容上进行补充与扩展。实验设备方面, 进一步加强网络端口的实验设备和信息建设, 满足更多学生同时在线学习的需求。实验内容方面, 根据人文地理与城乡规划专业学生需求, 可以在获取地物实景的三维宏观信息后, 进行微观地物三维信息的自动化提取及建模, 满足规划专业学生不同层次的需求。

(3) 面向社会的推广与持续服务计划: 项目建成后系统不仅满足本校学生正常学习的需求, 还能够提供相关地物实景空间信息采集原理的课程大纲及教学资料、实验指导书等教学资源, 面向社会开放, 用户通过注册远程登录开放给感兴趣的社会团体和其他高校学生使用学习。

## 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 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）：

2020年 5月20日

## 9.附件材料清单

### 1.政治审查意见（必须提供）

经审核，此虚拟仿真实验项目涉及的课程内容及上传的申报材料无危害国家安全、涉及国家秘密及其他不适宜公开传播的相关内容，思想导向正确，不存在思想性问题。

项目负责人及参与成员思想政治导向正确，遵纪守法，五年内未出现重大教学事故。无任何违法违纪行为，不存在违反师德师风的问题，无学术不端等其他问题。



### 2.校外评价意见（可选提供）

## 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）

2020年5月27日

