

➤ **名称**

无人机数字测图虚拟仿真实验

➤ **实验目的**

无人机数字测图虚拟仿真实验项目主要目的是根据数字测图的基本原理，在理论教学的基础上，使学生全面了解无人机数字测图的内容、手段、流程和成果，培养锻炼学生利用现代新型的数据采集手段完成自动化数据采集、自动化成图的操作能力。无人机数字测图虚拟仿真实验，适用于土木工程及相关专业的课间实验和综合实习。项目突破了传统测绘实验教学的时空限制，使实验者沉浸式体验无人机摄影测量数字成图的技术流程，准确理解和全面掌握相关知识点，实现了传统实验教学过程中无法进行的精细化教学，培养学生基本的空间数据采集技能，切实提升了实验教学效果。

➤ **实验原理（简要阐述实验原理，并说明核心要素的仿真度）**

通过虚拟仿真无人机低空摄影飞行获取高清晰影像数据生成三维点云与模型，实现地理信息的快速获取，通过数据导出和软件自动处理（自动记录、自动识别、自动连接、自动调用图式符号库等），自动绘制出所测的地物、地貌。该实验利用虚拟现实和人机交互技术，使学生在虚拟现实环境中完成无人机组装、像控点布设、航飞准备、地面站的设置、航线规划、影像数据采集等工作，最后应用 CASS-3D 成图软件进行地形图绘制、面积计算等内容的学习，完成无人机数字测图的实验教学任务。

知识点： 共 7 个

- (1) 航摄区域选择
- (2) 像控点的布设原则
- (3) 像控点的数据采集
- (4) 地面站的设置
- (5) 影像数据采集
- (6) 数据解算
- (7) CASS-3D 软件自动成图

核心要素的仿真度

- (1) 虚拟无人机的外形与真实无人机完全相同，并具有高度逼真的外观。

主要部件包括旋翼、摄像机、遥控器、电池、动力系统等。

(2) 软件的环境为逼真的虚拟场景，此场景内应与现实场景基本一致，包含植物、道路、建筑等元素，高山、丘陵、平原、城区、城郊等不同类型的场景，场景内支持第一人称全场景浏览。具备场景元素动态演算视觉效果。

(3) 像控点的布设：在场景内可完全实现像控点的自由布设，把 RTK 放在相应的位置后，自动显示出当前位置的经纬度，并在地面形成鲜明的标志，并可以利用系统中模拟的相机对像控点进行拍照。并且依据无人机像控点布设的相关规范，系统可自动检测出所布置的像控点是否合理。

(4) 软件中可以模拟出无人机外业航测所需要的各种设备：风速仪、RTK、测高仪、测距仪、水平尺等设备，可以支持距离测量、高度测量、水平测量、风速测量等功能，可以生动的模拟出因为高度、风速等情况引起的事故等情况；

(5) 参数计算：可以根据测区范围、地面像元分辨率、航向重叠度、旁向重叠度、高度、无人机电量、风速等多种数据，仿真模拟出各种参数之间的变化（照片数量、测区的面积、航带数、照片覆盖区域、地面分辨率、飞行高度等），在现实中对航测项目的影响。

(6) 航线规划：任意设置当前航线，操作者根据需求选择合适的航飞高度，飞行重叠度参数，自由规划测区合理飞行范围与项目对应参数。能根据该参数推演出相应的结果。

(7) 实施摄影：触发启动，按飞控参数，沿设计的航迹飞行，模拟无人机的摄影过程。

➤ 实验仪器设备（装置或软件等）

1、计算机

CPU: 主频 3.1GHz 2M L2 二级缓存，

内存: 8GB，独立显卡：4GB，

硬盘: 500GB。系统：Windows7、Windows8、Windows10。

2、无人机数字测图虚拟仿真实验软件

《无人机数字测图虚拟仿真实验软件》是由太原理工大学土木工程学院与广州南方测绘科技有限公司共同研发的。该软件是利用虚拟仿真和人工智能技术实现虚拟仿真的一款教学软件。通过虚拟现实技术实现在虚拟环境中使

用鼠标键盘或者无人机手柄模拟操控无人机驾驶，使学生在虚拟现实环境中完成无人机组装、像控点布设、航飞准备、地面站的设置、航线规划、影像数据采集等工作，实现了无人机数字测图的模拟体验，打破了无人机现有操控学习受限于场地、时间等因素的限制，让学生能够安全、迅速、便捷的进行无人机操控模拟训练学习。该软件具有如下特点：

(1) 先进性

采用目前业界公认的、成熟的、代表发展主流的计算机网络体系结构及相关产品，确保设计方案在行业中具有先进水平；

(2) 可靠性

方案采用具有成熟应用先例的，高可靠性的系统结构和产品，保证系统实现后安全运行的要求。

(3) 可扩展能力

系统采用开放的、结构化的体系结构，并提供明确而广泛的系统升级渠道和保证，因此，能确保系统在比较长的时间内可以不断适应业务发展而引起的变更需要。

(4) 可维护能力

系统采用符合国内外标准规范的结构和产品，包括规范的文档资料，有着很好的可维护能力。

3、南方 CASS-3D 成图软件

CASS(南方地形地籍成图软件)是一款集地形、地籍、空间数据建库、工程应用、土石方算量等功能为一体的软件系统。在无人机获取影像数据并进行数据解算后，导入 CASS 软件可以实现数据成图建库一体化。CASS-3D 是一款挂接式安装 CASS 的插件式软件，沿用了传统 CASS 平台下的采编工具，将其延伸至新型三维数据采编，同时结合新型三维数据空间特点，实现三维空间建筑智能辨识，自动提取模型高程、定位信息等功能，比 CASS 软件更加高效、便捷、精确、智能。

➤ 实验材料（或预设参数等）

本虚拟仿真实验教学基于 3D 建模的虚拟实验环境及虚拟实验对象，不需要消耗类或易损类实验材料。学生根据实验要求和流程，自主选择相应的实验参数。实验中所涉及的参数如下：

(1) 无人机高度：通过测高仪来设置；

- (2) 无人机镜头角度：由实际项目来决定，平地飞行一般角度为 0；
- (3) 航向重叠率：一般为 60%~80%，最小不应小于 50%；
- (4) 旁向重叠率：一般为 15%~60%，最小不应小于 8%；
- (5) 测区范围：根据任务自动设定；
- (6) 风速：自主设定
- (7) 地面像元分辨率：根据需要自主设定

根据以上参数设定可以计算仿真模拟出其他相关参数的变化，如照片数量、测区的面积、航带数、照片覆盖区域、地面分辨率、飞行高度等。

➤ **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）

无人机数字测图虚拟仿真实验主要以学生的实验成果为导向进行教学和评分，教师扮演引导者的角色，重在解决实验过程中遇到的问题和难点，使学生根据实验报告的要求和指导自主完成虚拟仿真飞行任务，全面掌握无人机数字测图的相关知识。除此之外，主要涉及以下两种方法。

(1) 角色扮演法。采用虚拟现实等信息技术手段，将实验者虚拟成无人机飞行的操作人员，置身于逼真的虚拟实景中进行航摄区域选择、像控点布设、像控点数据采集、航飞准备、地面站的设置、航线设置、影像数据采集等一系列仿真的操作步骤。

(2) “理实一体、虚实结合”的教学方法。学生在使用无人机数字测图虚拟仿真实验教学软件完成外业影像数据采集后进行内业数据解算，数据解算完成后将数据导入 CASS-3D 进行实际线画图的绘制。

采用“角色扮演”、“虚实结合”等实验教学方法突破了传统测绘实验教学的时空限制，使实验者沉浸式体验无人机数字测图技术全流程，准确理解和全面掌握相关知识点，实现了传统实验教学过程中无法进行的精细化教学，切实提升了实验教学效果。

➤ **实施过程**

(1) 制定了无人机虚拟仿真实验教学大纲、实验任务指导书，编制了实验报告以及评分标准，初步安排 2 课时作为无人机数字测图仿真实验教学。

(2) 在太原理工大学土木工程实验中心机房安装无人机数字测图虚拟仿真实验教学软件—CASS 软件。

(3) 教师讲授虚拟仿真实验的目的、实验内容，操作步骤、注意事项等内容。

(4) 学生以班为单位分批进入机房进行实验模拟。(5) 将学生分组并划分虚拟测区，学生按照操作步骤进行规范操作，并形成过程记录，不同组别的同学提交各自的实验成果。

(6) 指导教师将根据操作评分和实际成图的效果给予最后评分。

➤ **实施效果**

(1) 逼真、立体的无人机虚拟模拟测量过程激发了学生的兴趣，增加了学生的主观能动性；

(2) 学生如果不按照规定动作操作，无人机会坠毁，学生需要重新开始，这些环节增加了学习的趣味性；

(3) 虚拟仿真教学的出现老师不再是不停的重复的讲解，老师采用引导、启发式的教学方式，丰富了课堂的教学形式。