

国家级虚拟仿真实验教学中心 申请书

地理信息科学虚拟仿真实验教学中心

教育主管部门： 安徽省教育厅

学 校 名 称： 滁州学院

学校管理部门电话： 0550-3510948

开放共享访问网址： <http://gtx.chzu.edu.cn/dxxnfz/>

申 报 日 期： 2015 年 7 月

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	地理信息科学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）	地理信息工程实习实训中心 / 省级	批准时间	2011
1.1 虚拟仿真实验教学中心的发展历程、建设概况 地理信息科学虚拟仿真实验教学中心依托于滁州学院地理信息科学国家级特色专业、国家综合改革试点专业，是在地理信息系统、遥感、摄影测量、虚拟现实等技术支持下，为地理信息科学、测绘工程、地理科学等专业学生提供空间数据采集、地表模拟、遥感数据处理、三维地理场景构建等专业实验虚拟教学方法，引导学生从 GIS 信息流角度，掌握空间数据采集、分析、处理、建模、可视化等 GIS 基础应用技能，提高学生专业实践能力，提升学院应用型办学水平。 （1）发展历程 滁州学院地理信息科学专业自开办以来，一直重视虚拟仿真实验教学工作，将虚拟仿真辅助 GIS 教学视为专业办学的关键，地理信息科学虚拟仿真实验教学中心的发展也因此可以追溯至上世纪 90 年代，当时随着信息技术的出现，老一代“地理人”为了适应社会需求，一直在思考“如何将计算机辅助地理教学，如何对地理教育专业进行改造？”，经过数以百次的调研与讨论，在南京师范大学闻国年教授的帮助下，确立了以地理信息技术改造传统地理教育专业的办学思路，由此诞生了地理信息科学专业（原地理信息系统，2000 年获批），2004 年成功培养了第一届 GIS 毕业生，并获批建设安徽省教育厅重点资助 CAI 实验室，这一时期（上世纪 90 年代-2004）是中心发展的初创期，可以说是早期的利用计算机虚拟仿真技术改造传统专业的过程，“利用计算机辅助地理教学理论与实践”也因此获得省级教学成果三等奖。 随着 GIS 技术在国内的发展，行业对 GIS 人才的需求开始增多，同时要求 GIS 专业学生能够在计算机虚拟环境下利用 GIS 方法解决实际问题，因此我校地理信息科学专业开始建设 GIS 专业实验室，获批了 MAPGIS 工程中心实验室，同时探索利用计算机虚拟仿真技术进行专业教学的方法，购置了 ArcGIS、AutoCAD 等计算机软件，并承担了“地理信息技术支持下的地理野外实习虚拟环境创设：以庐山为例”、“基于“3S”技术的旅游地理实习模拟系统研究-以安徽省为例”等一批围绕计算机虚拟仿真教学的省级教研项			

目,“地理信息系统教学团队”也因此被评为省级优秀教学团队,“地理信息系统专业”被评为国家特色专业,这一时期(2005-2010)是中心发展的**建设期**,是利用计算机虚拟仿真技术发展 GIS 专业的过程。

随着空间信息技术的快速变革, GIS 在各行各业的应用不断普及,社会对 GIS 人才的实践能力要求也随之提升。为此,我院面向区域空间信息产业需求,确立了“开放办学、注重实践”的应用型办学理念。2011 年,以搬进 6000 m²的地信楼为契机,面向高水平地理信息类应用型人才培 养,围绕计算机辅助地理信息相关专业虚拟仿真教学,大力建设数字摄影测量实验室、GIS 应用技能训练实验室等各类专业实验室;同时以 GIS 信息流为主线,建立了无人机航测中心、数字地形分析中心、地理信息可视化中心等一 系列教学、研究团队,提升了教师利用虚拟仿真技术进行专业教学的水平,并相应获 批了地理信息工程省级示范实习实训中心、国家综合改革试点专业等系列项目。这一 时期(2011 年至今)是中心的**快速发展期**,是围绕计算机虚拟仿真教学大规模建设实验室 的过程,目前初步形成了集虚拟仿真教学与产学研服务为一体的虚拟仿真实验教学中心, 承办了首届全国大学生 GIS 应用技能大赛、首届安徽省大学生 GIS 技能大赛,并连续 5 年承接了安徽省联盟高校暑期实践小学期 GIS 应用技能训练活动,在省内外高校中实现了 虚拟仿真实验教学资源的共享,起到了较好的示范作用。

(2) 建设思路

中心将在地理信息科学国家特色专业支撑下,以国家综合改革试点专业项目为契机, 充分发挥学院“开放办学、注重实践”的办学理念,以培养高水平地理信息类应用型人 才为目标,在计算机技术、空间信息技术、测绘技术、虚拟仿真技术的支持下,围绕 GIS 信息流关键节点,打造一个开放共享的集空间数据采集、地形模拟、遥感数据处理、地 理场景建模为一体的虚拟仿真平台,提升应用型高校 GIS 专业办学水平,在国内应用型 本科高校中形成虚拟仿真 GIS 教学示范。



图 1-1 中心虚拟仿真教学平台

(3) 建设概况

为提高应用型地理信息类人才培养质量，滁州学院地理信息科学专业历来重视虚拟仿真教学工作。近年来，在国家特色专业、国家综合改革试点专业、地理信息工程省级示范实习实训中心、中央财政支持地方高校发展项目、安徽省支持本科高校发展能力提升计划、安徽省高等教育振兴计划等项目支持下，地理信息科学虚拟仿真实验教学中心累计投资 2000 余万元，占地面积 2000 m² 左右，仪器设备与设备 2000 余套，约 2000 万元，现有师资 62 人，其中教授 5 人，副教授 12 人，博士 22 人。中心以空间数据采集虚拟仿真实验平台、地形模拟仿真平台、遥感数据处理虚拟平台、三维地理场景仿真平台等四大平台的支撑下，建设有空间数据集成实验室、空间数据采集实验室、数字摄影测量实验室、应用技能训练实验室等虚拟仿真教学实验室，同时围绕 GIS 信息流的教学与科研，建设有无人机航测中心、数字地形分析中心、遥感卫星应用工程中心、地理信息可视化中心，为地理信息科学、地理科学、测绘工程等地理信息类专业学习利用计算机虚拟仿真技术而开设了 GIS 基础应用技能、数字高程模型、无人机摄影测量等专业基础课程，初步形成了一个在省内高校具有较好示范作用的虚拟仿真教学实验中心。

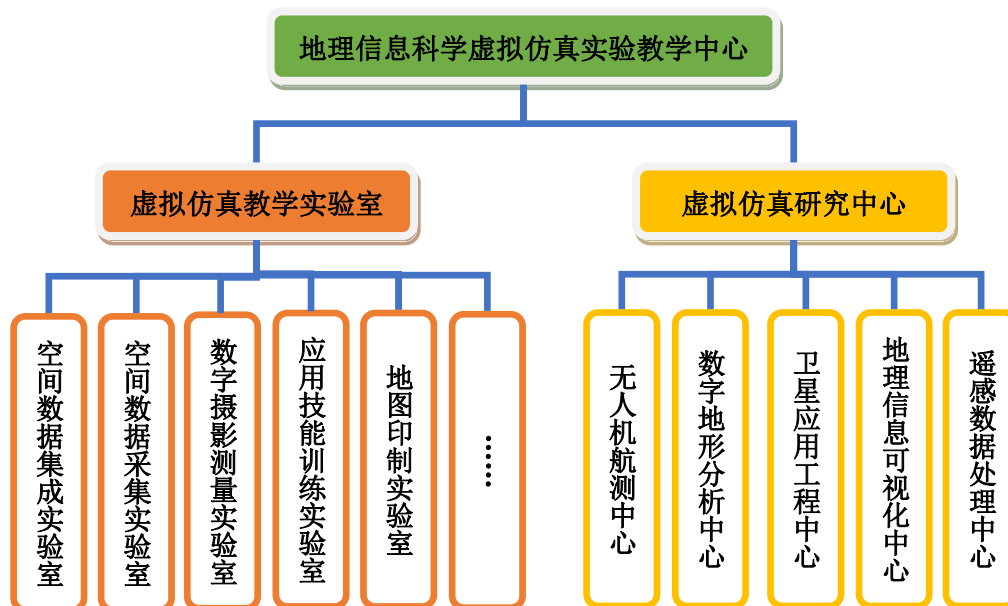


图 1-2 地理信息科学虚拟仿真实验教学中心



地理信息科学虚拟仿真实验教学中心



空间数据采集实验室



无人机虚拟采集平台



地理信息虚拟共享服务平台

图 1-3 地理信息科学虚拟仿真实验教学中心硬件环境

1.2 虚拟仿真实验教学中心建设必要性

(1) 地理信息科学专业办学的需要

地理信息科学专业是一个集地理学、测绘学、计算机科学为一体的综合性专业，专业本身即是通过计算机技术，在虚拟仿真环境下利用地理学与测绘学相关理论与方法解决行业实际问题，因此计算机虚拟仿真教学对于地理信息科学专业办学尤为重要。特别是我校地理信息科学专业的办学初衷是以信息技术改造地理学传统学科，专业办学更加注重虚拟仿真技术运用，因此建立地理信息科学虚拟仿真实验教学中心是我校地理信息科学专业办学的重要支撑。

(2) 地理信息科学专业教学的需要

地理信息科学专业主要教授学生利用专业知识去管理现实地理对象，并对地理过程进行模拟与分析。这些地理对象或地理过程均是以空间坐标、属性等虚拟的数字化记录

方式存储在 GIS 软件，难以利用实物进行教学与研究，例如大规模地形建模，反映的是特定地区的地表形态，需要利用虚拟仿真技术对地表形态以三维形式进行展示；再如地表过程的模拟与分析，地表过程本身是一种动态变化的过程，不是一个客观存在的对象，难以在实地进行有效分析，只能先期赴实地进行调查，然后利用计算机虚拟仿真的手段进行模拟，因此地理信息科学专业的教学离不开虚拟仿真的支撑。

(3) 提高 GIS 应用型人才培养水平的需要

高水平 GIS 应用型人才培养的核心是夯实学生的专业基础，提升学生的专业技能，GIS 专业技能包括空间数据采集与建库技能、计算机地图编绘技能、GIS 软件开发技能等，这些技能的培养均需要在计算机虚拟仿真教学环境下进行，例如空间数据采集与建库，是指利用 GIS 软件与数据库平台对实际地理要素的空间位置与属性进行采集，学生需要在 GIS 中对空间数据按照行业规范进行采集并入库，整个技能的培训均需要在全过程虚拟环境下进行，因此地理信息科学虚拟仿真实验教学中心的建设是夯实学生专业基础与技能，提高 GIS 应用型人才培养水平的必要条件。

(4) 进一步开放办学的需要

开放办学一直是我院地理信息科学专业的办学理念，多年来地理信息科学专业积极响应联盟高校的号召，成功承办了五届联盟高校暑期小学期实践活动，在省内兄弟高校间取得了较好的示范作用。开放办学的基本条件是要具有一流的实验条件，能够给外校学生提供高标准的实验教学环境以及高质量的实验教学方法，让外校学生在我校地理信息科学专业的学习过程中掌握到 GIS 的专业知识与应用技能，因此为进一步开放办学，提高实验教学资源的共享质量，也需要建设一流的虚拟仿真实验教学中心。

1.3 虚拟仿真实验教学中心特色与创新

(1) 借助虚拟仿真技术，推动专业转型发展

我校地理信息科学专业是由传统的地理教育专业转型而来，在专业发展历史上，地理教育专业的转型得益于利用信息化手段，借助虚拟仿真技术改造传统学科与专业，让专业从原有的地理教学为主转型为利用空间信息技术解决实际地理问题的办学理念，实现了传统专业成功转型，提升了地理信息类专业办学水平，因此虚拟仿真技术推动专业转型发展是中心的创新与特色所在。

(2) 强化专业应用实践，提升应用型人才培养质量

应用型人才培养的核心是提高学生的专业实践技能，地理信息科学虚拟仿真实验教

学中心一直将专业应用技能的培养视为建设目标，在中心四大虚拟仿真平台支撑下，面向 GIS 应用技能培养，构建了高标准的实验环境，设计了与空间信息行业紧密结合的实验教学内容，提升了学生在空间数据采集与建库、地理数据空间分析等方面的应用技能，因此强化专业应用实践也是中心的特色。

(3) 注重资源开放共享，实现区域实验教学示范

高校间实验教学资源的开放共享是促进专业办学的有利条件，依托于我校地理信息科学专业的地理信息科学虚拟仿真实验教学中心一直重视对外实验教学资源的开放，先后接受了来自安徽大学、安徽师范大学、宿州学院、安徽科技学院等十余所安徽省内高校的教师与学生进行专业技能培训，提高了教师实验教学水平，提升了学生专业实践能力，在安徽及国内高校中起到了较好的示范作用，因此注重资源开发共享也是中心的创新与特色。

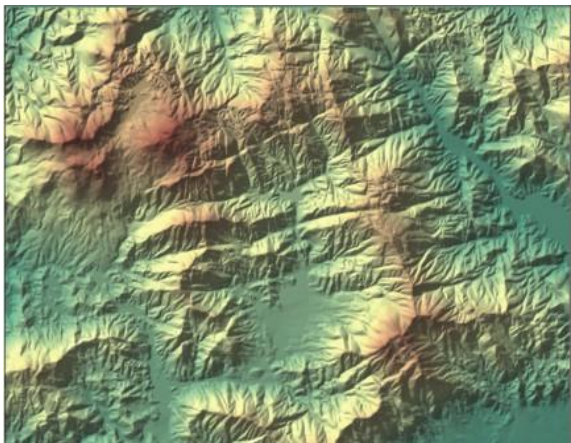
2. 虚拟仿真实验教学资源

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
	51	3	280	303360
2.2 虚拟仿真实验教学资源（罗列实验项目、功能及效果，提供不少于三个典型实验项目的具体实验流程）				
(1) 空间数据采集虚拟仿真实验平台				
空间数据采集虚拟仿真实验平台是在虚拟环境下培养学生空间数据采集的仿真教学项目，主要面向学院地理信息科学、地理科学和测绘工程专业。该平台以测绘无人机、室内地形地貌沙盘和数字摄影测量工作站为基础，模拟实际航空摄影测量及 4D 产品生产，设计了航线规划、飞行模拟、相机操控、数据处理软件使用、4D 数据产品生产等实验内容，教授学生从遥感平台飞行航线规划到最终数据采集入库的完整技术流程。学生在该平台上不仅掌握了基本的空间数据采集技能，同时结合学院科研项目，开展了无人机航测空间数据快速采集和处理、无人机对考古地形构建、无人机对经济林监测等综合性实验，发掘了空间数据采集教学深度，提升了学生的技能水平。 实验项目： 基础实验：航线规划；相机操控；DpGrid 影像预处理；DpGrid 空中三角测量；DpGrid 数字高程模型生产；DpGrid 正射影像生产； VirtuoZo 数据预处理；VirtuoZo 建立模型；VirtuoZo 生成等高线、数字高程模型和正射影像；VirtuoZo 立体测图。				

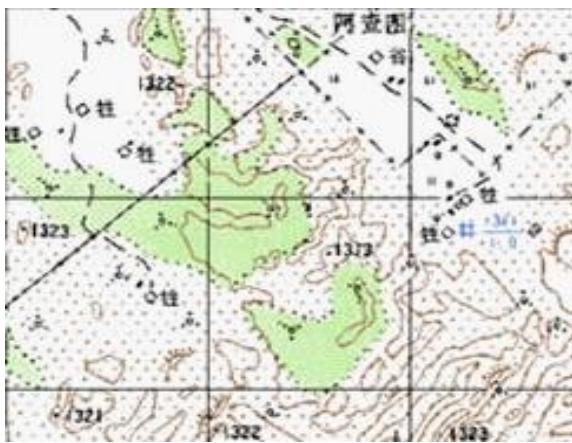
综合实验：无人机航测数据快速采集和处理；基于无人机的园区测绘；基于无人机的考古地形构建；基于无人机的经济林生长监测等。



图 2-1 室内地形地貌沙盘效果图



DEM：数字地面（高程）模型



DRG：数字栅格地图



DLG：数字线划（矢量）图



DOM：数字正射影像模型

图 2-2 空间数据采集产品

实验效果:

通过空间数据采集虚拟仿真实验平台, 学生从航线规划、飞行模拟、相机操控、软件操作等方面掌握了空间数据采集技能。通过该仿真平台, 学生可将掌握的空间数据采集方法应用到林业、国土、考古等领域, 巩固了学生的空间数据采集技能, 拓展了学生的知识面。

实验流程:

● 航线规划

当利用无人机进行数据采集时, 需要对航线进行规划, 同时确定地图的成图比例尺, 通过比例尺确定航拍分辨率, 航拍分辨率由飞机航线、相机镜头、相机相幅等共同确定。因此, 航线规划实验首先研究测区地形, 据此计算航线的航高、航线间距及拍照的空间间隔, 确保各航片之间的航向重叠率在 80%, 旁向重叠率在 50%, 最后利用无人机地面站系统的航线设定工具进行航线规划。



图 2-3 谷歌地球软件查看测区地形

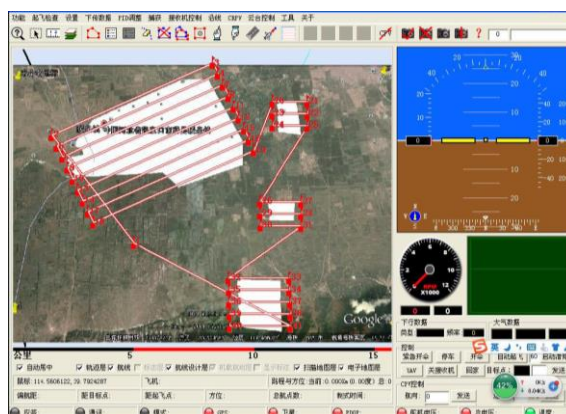


图 2-4 无人机航线规划

● 相机操控

无人机平台其体积较小, 无法搭载传统航摄相机, 只能用普通数码相机替代。但普通数码相机其镜头素质和相机素质和航摄相机差距较大, 因此在航拍之前, 需要对数码相机进行检校和参数设定。首先利用电脑屏幕生成棋盘格检校盘, 然后从上、下、左、右、垂直五个方向上拍摄照片, 照片中要布满棋盘格, 将拍摄的照片进行检校, 得到检校参数, 这些检校参数会在后期数据处理中使用到, 最后根据天气条件设定相机的 ISO 等参数。



图 2-5 拍摄检校图片

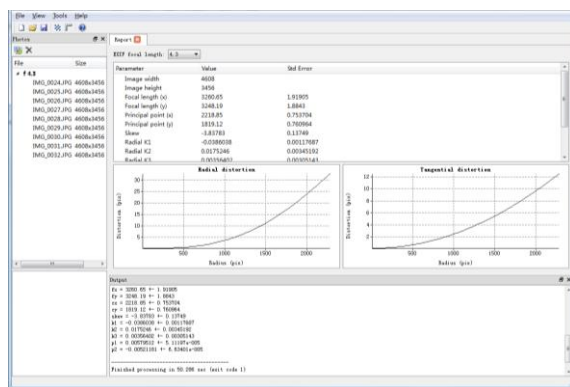


图 2-6 相机检校

● DpGrid 影像预处理

航空摄影获得的原始数据需要经过一定的预处理才能开始数据产品的制作，预处理主要包括三部分内容，分别为参数设置、航带设置、数据预处理。其中参数设置是在建立测区工程文件后，设置工程参数、相机参数、控制参数，相机参数由航摄时使用的相机本身决定，可以通过导入相对应的相机文件完成。航空影像的航带划分和排列参考飞行控制系统记录的每张航片的 POS 文件，然后在 DpGrid 中运行排列航带的工具从而来完成航带排列，数据预处理的结果是通过影像的内定向、旋转等操作从而形成测区的金字塔和快视图。

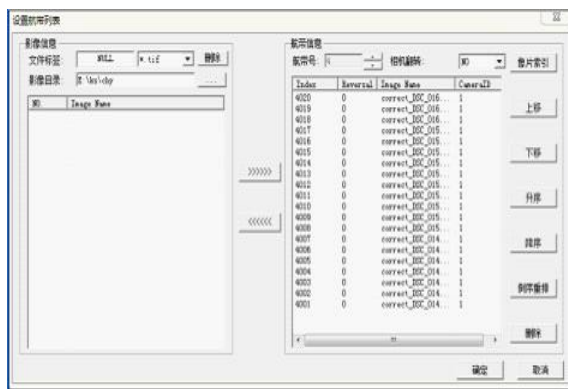


图 2-7 影像航带排列

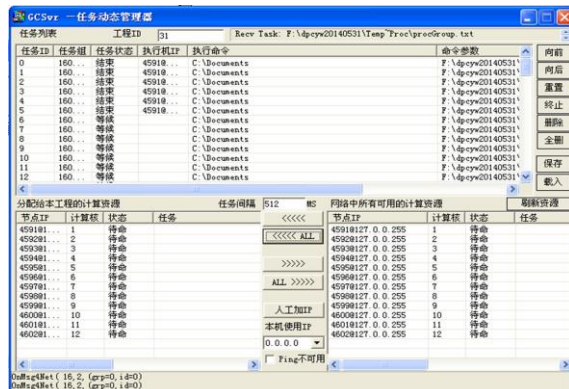


图 2-8 调用处理节点

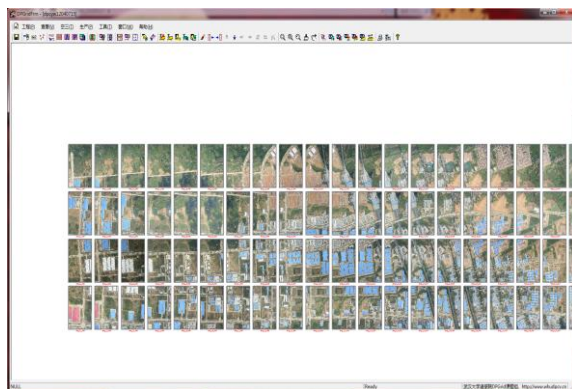


图 2-9 生成快视图

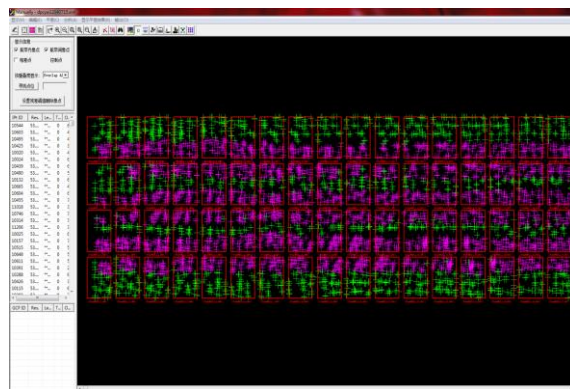


图 2-10 匹配点编辑

● DpGrid 空中三角测量

空中三角测量包括自由网平差和控制网平差两部分内容。由于现实地物的复杂性，影像预处理后自动匹配会出现很多错误的匹配点，匹配点是按照误差大小从上到下进行排序。因此，可以从上到下依次进行人工编辑，对于误差过大或偏离程度较大的匹配点可以删除，在人工微调后，进行平差处理。如此反复操作，直到自由网平差通过为止。控制网平差要手工添加通过外业测量采集的控制点，人工添加控制点，要选择对应的位置，减少误差，从而提高作业的精度。最后通过交互式编辑是对自由匹配出现的错误进行人工编辑，对误差较大的匹配点进行人工调整，微调匹配点在各张影像上的位置，使其能够精确配准。

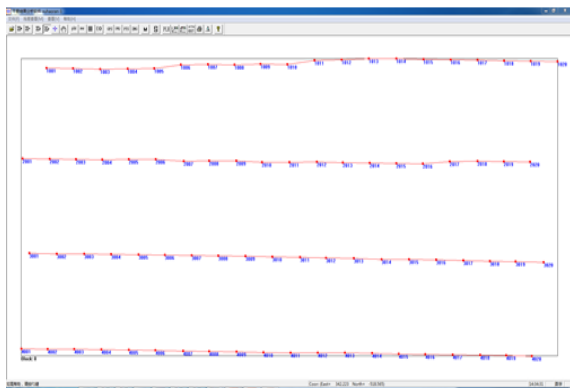


图 2-11 自由网平差

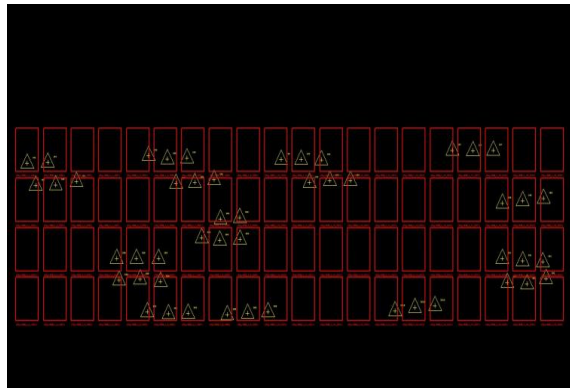


图 2-12 添加控制点

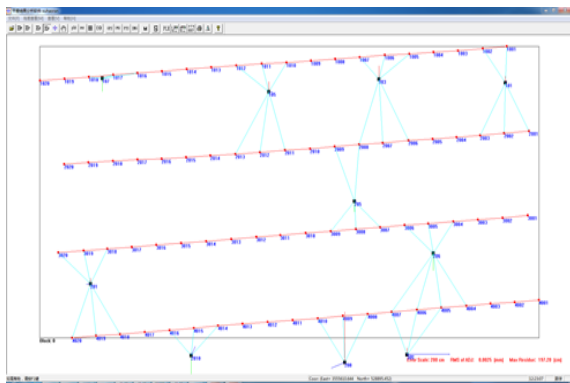


图 2-13 控制网平差



图 2-14 人工交互编辑

● DpGrid 数字高程模型生产

利用空中三角测量结果，调用匹配生成的点云数据提取数字高程模型，在 DpGrid 中设置好模型需要的航片点云，确定匹配窗口的大小以及模型的分辨率，然后根据航带设置自动排列地物点云，并生成每张航片的数字高程模型，最后将航片进行拼接，得到全测区数字高程模型。

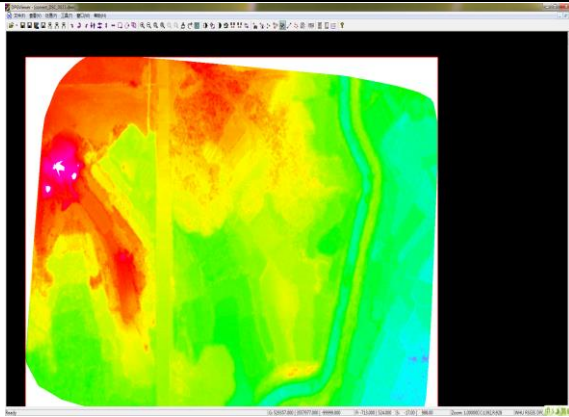


图 2-15 单航片 DEM

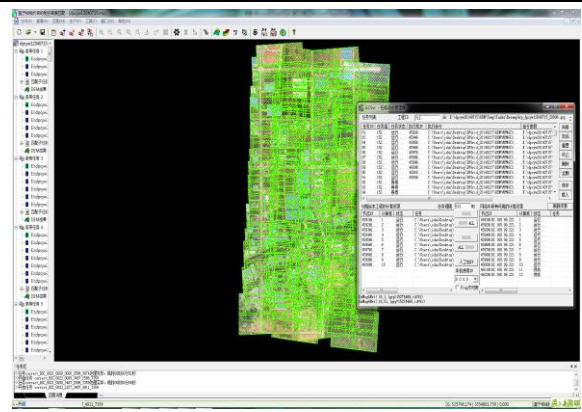


图 2-16 精细匹配 DEM

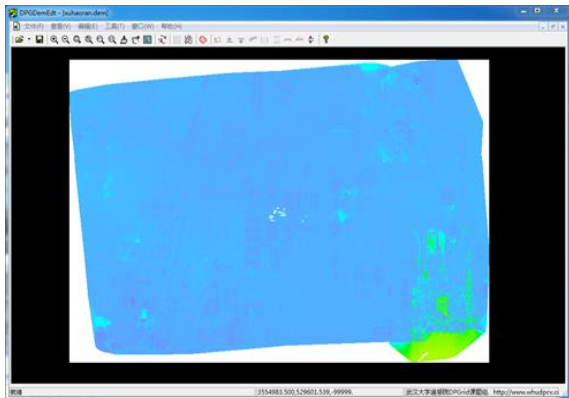


图 2-17 全区 DEM

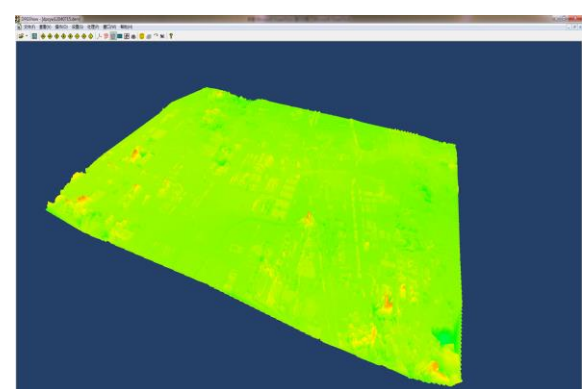


图 2-18 三维景观 DEM

● DpGrid 正射影像生产

在构建完数字高程模型后，利用原始影像和数字高程模型，在虚拟环境下生产数字正射影像，数字正射影像的实验通过设置拼接参数、匀光匀色底图、分幅参数、纠正参数，导入 DEM 数据、原始航片数据、输出文件路径等步骤完成正射影像的生产。

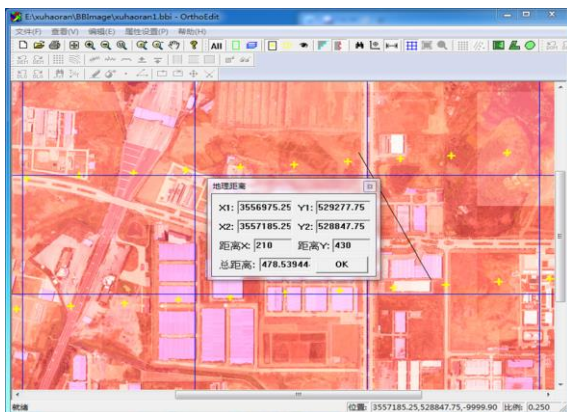


图 2-19 DOM 编辑



图 2-20 精细 DOM

● VirtuoZo 数据预处理

立体模型是空间数据虚拟采集的重要组成，VirtuoZo 可以对相互重叠的两张航片建立立体模型，并进行单模型航片的数字高程模型、数字正射影像的生产，在数据生产前需要对数据进行预处理，数据预处理的实验步骤包括工程建立、相机参数设置、影像参数设置、模型参数设置等，通过上述步骤完成影像数据的预处理。



图 2-21 设置测区参数

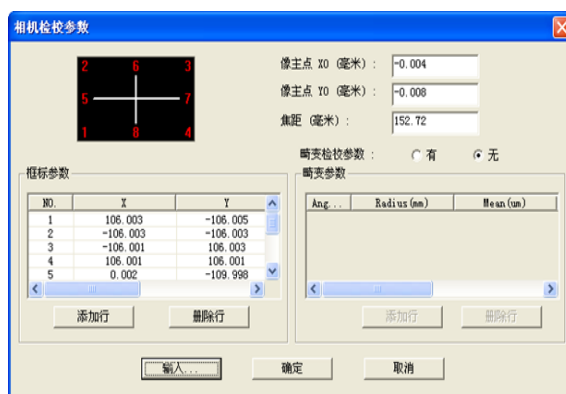


图 2-22 设置相机参数

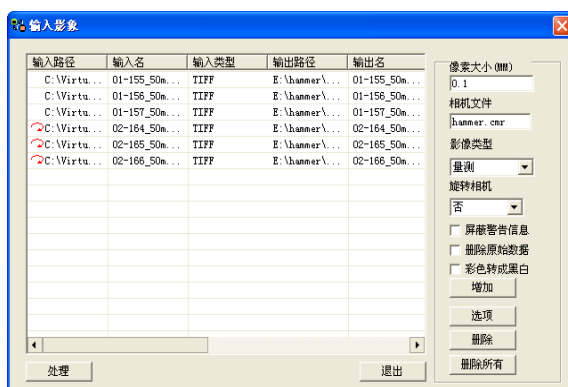


图 2-23 输入影像

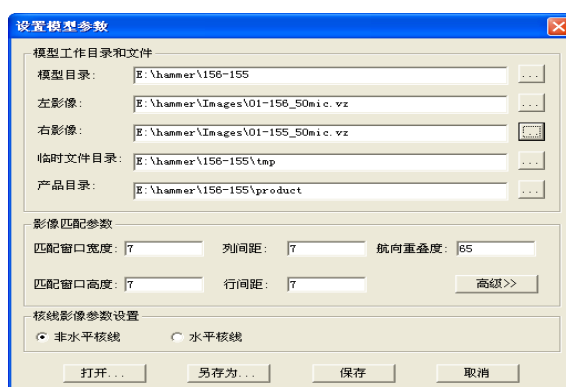


图 2-24 设置模型参数

● VirtuoZo 模型建立

VirtuoZo 模型建立主要是经过内定向、相对定向、绝对定向以及精度调整，最后进行特征匹配和核线提取。其中内定向通过创建影像扫描的坐标同像点的坐标之间的转换关系从而获得转换参数，目的是将像片纠正到像片坐标这样就可以消除像片因扫描、压平等原因所导致的变形。相对定向是通过同名像点来计算出两相邻影像的位置关系，在实验过程中，VirtuoZo 可以自动识别左、右相片上的同名点，并进行百个同名点的匹配，从而自动完成模型的相对定向。对于误差较大的定向点进行手动删除或者是对同名点的点位进行手动调整，继而达到目标精度。绝对定向的实验步骤是在获取完整的地面控制点和内业加密点所对应的像点坐标之后，解算模型的外方位元素，并将获取的坐标融入

到大地坐标系中去，通过上述步骤完成 VirtuoZo 模型的建立。



图 2-25 内定向

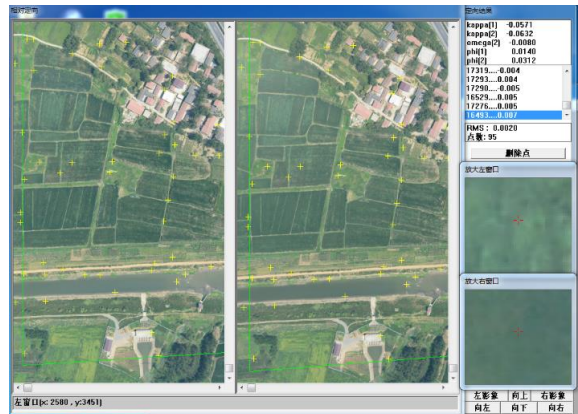


图 2-26 相对定向

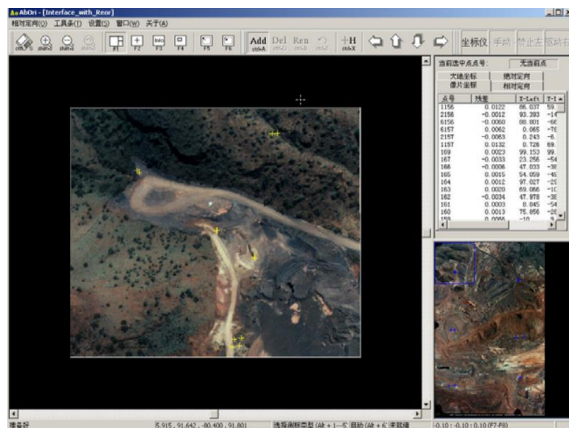


图 2-27 立体绝对定向

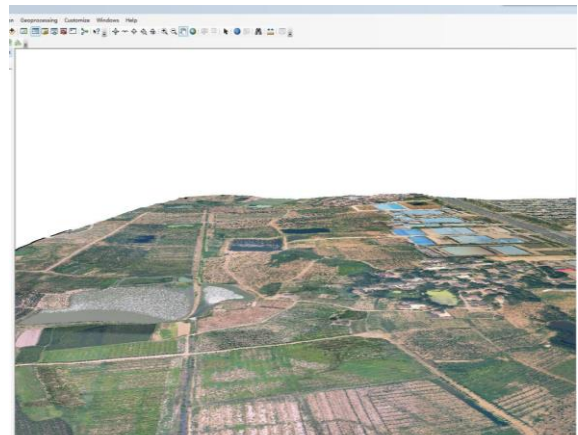


图 2-28 立体模型

● VirtuoZo 生成等高线和正射影像

在完成上述测区建立、模型定向、影像匹配等所有实验后，在视差数据、成果参数和自定义参数等基础上，生成测区的 DEM。VirtuoZo DEM 生成实验通过 DEMMaker 模块，利用特征点、线、面来构成 TIN 后内插最后生成 DEM，也可以利用匹配的结果直接生成地面高程模型；当构建的 DEM 基础上，通过单模型 DEM 生成该模型的正射影像、等高线以及等高线叠合的正射影像。

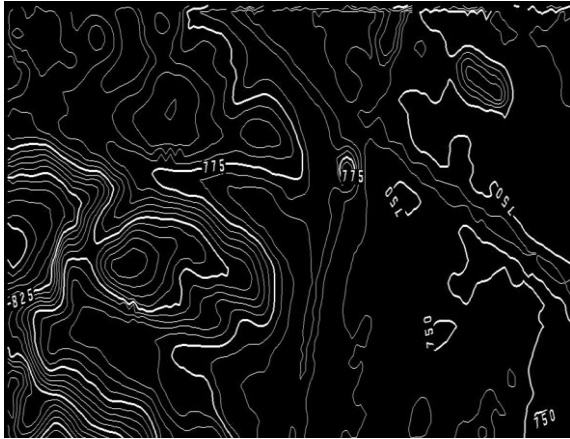


图 2-29 自动提取等高线



图 2-30 生产正射影像



图 2-31 等高线叠合正射影像

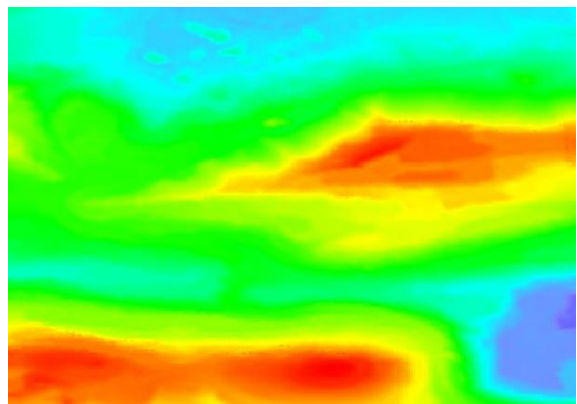


图 2-32 数字高程模型

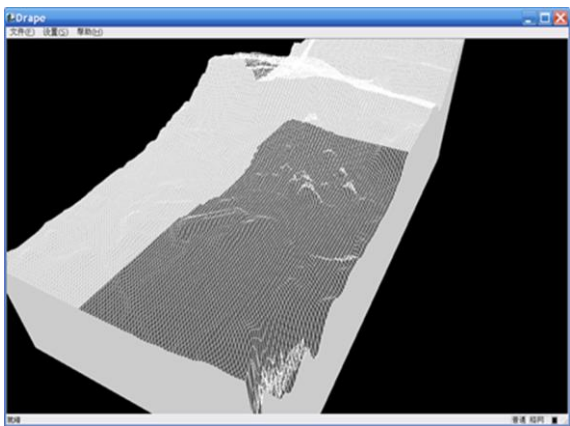


图 2-33 立体图

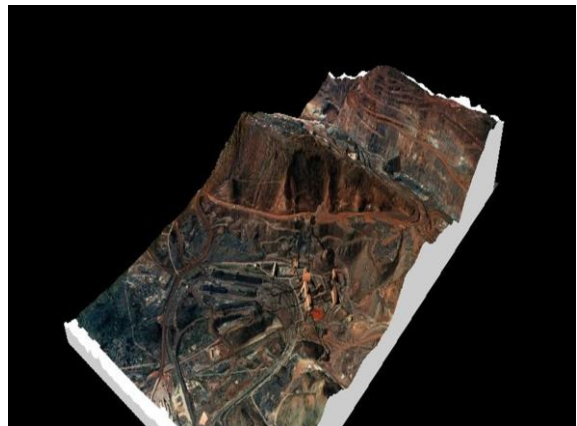


图 2-34 透视图

● VirtuoZo 立体测图

立体测图本质是将地面点转换为模型，导入到测图界面进行测图。立体测图的产品是航空摄影 4D 数字产品最重要的数字线化图 DLG，是可视化的仿真产品。基于 DLG 可以制作地形图、专题图以及正射影像图等。VirtuoZo 立体测图实验通过调用 IGS 测图模

块，新建矢量文件，设置相应的参数和坐标范围，随后加载立体模型，则工作区会出现立体模型窗口和对应的适量绘图窗口。接着进行作业环境设置，可以选择鼠标键盘或手轮脚盘两种作业方式，作业方式确定后，打开地图符号系统模块，根据实际地物（如建筑、道路、草地等）选择对应的符号，将光标定位到地物所在处即可开始地物采集，直到所有地物采集完毕保存矢量文件并关闭测图模块。

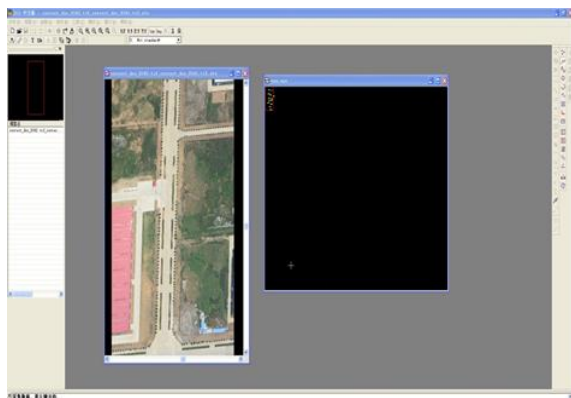


图 2-35 加载立体模型



图 2-36 作业环境设置

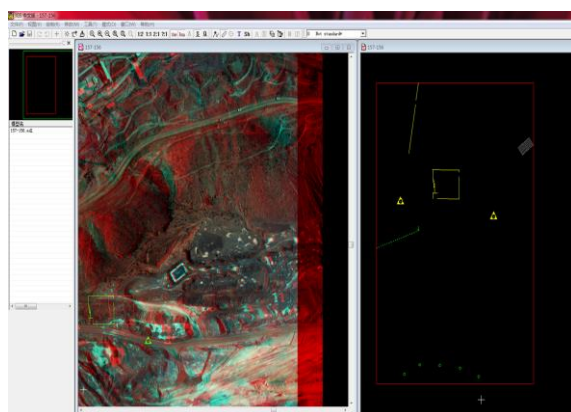


图 2-37 数据采集



图 2-38 测图结果

(2) 地形模拟仿真平台

地形模拟仿真实验平台是在仿真环境下培养学生地形数字化表达及分析技能的教学项目，主要面向学院地理信息科学、地理科学和测绘工程专业。该平台以地形图、野外地形量测数据等地形采集数据为基础，通过数字地形分析的仿真教学，依据项目实验的具体目标，教授学生利用仿真平台构建数字地形的理论与方法。学生在仿真实验平台上不仅能完成地形数据采集基础应用技能、数字地形分析等基础实践教学内容，并能结合学院产学研项目与科研课题，运用地理学空间关系模型、地理学分析模型、地理学工程模型等，获取地貌识别、地形发育、水文分析、太阳辐射等方面的地学知识。该平台基础性实验与综合性实验的紧密耦合，提升了实验教学的效率与层次，有效促进了学生对

地理现实世界与地理现象认知水平的提高。

实验项目：

基础实验：地形图数据采集与加工；数字高程模型构建实验；基础地形因子提取；山顶点提取实验；河流网络提取实验；光照模拟实验；地形可视化表达实验。

综合实验：地表汇流过程模拟；太阳辐射模拟；可视域模拟；地貌形态分类实验；地形素描仿真实验；地形发育过程模拟实验。

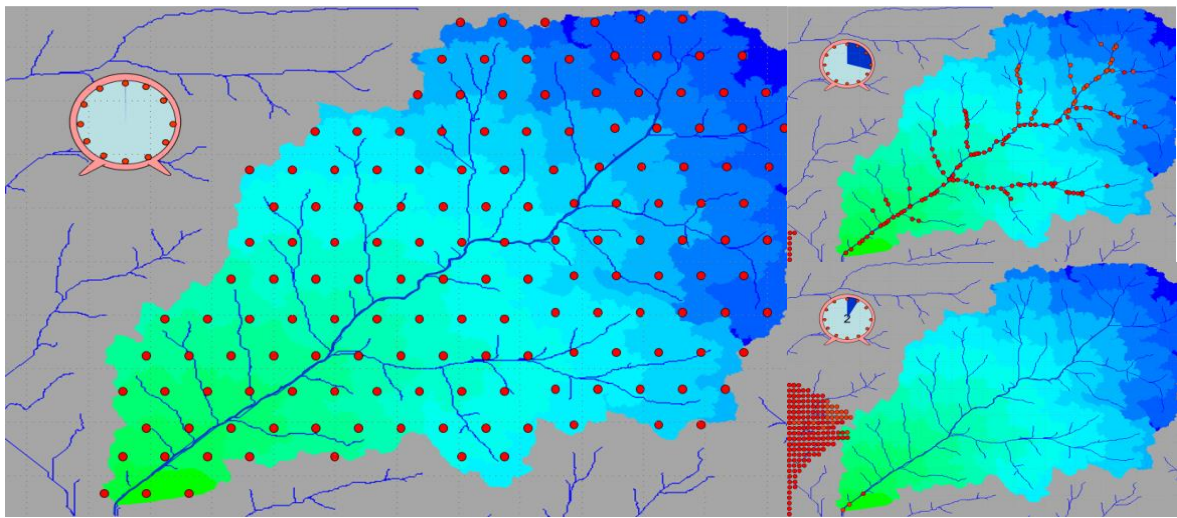


图 2-39 地表汇流过程模拟

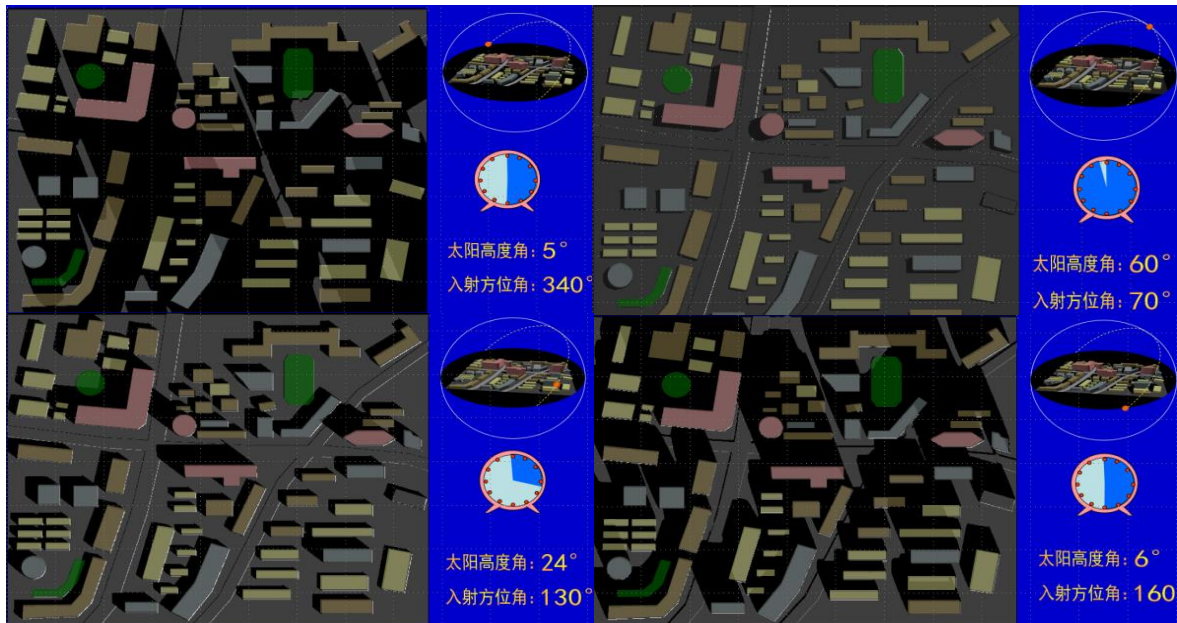


图 2-40 城市太阳辐射模拟

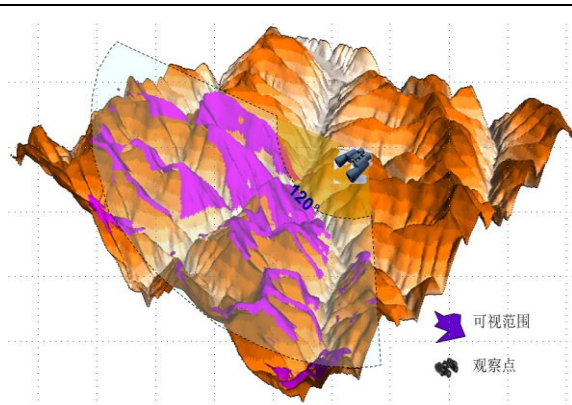


图 2-41 可视范围分析

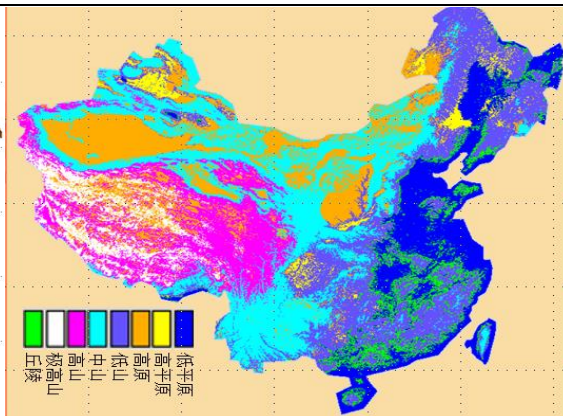


图 2-42 我国内陆区域地貌类型划分



(a) 实际地形二



(b) 基于视觉的地形素描表达

图 2-43 地形素描仿真实验

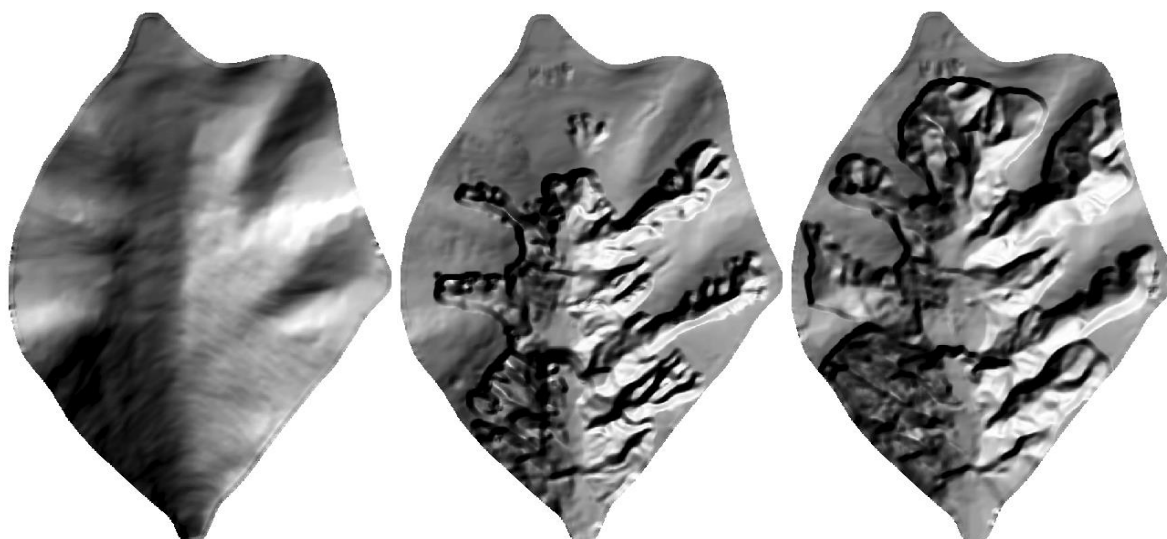


图 2-44 地形发育过程模拟

实验效果:

通过地形模拟仿真平台，学生从地形数据采集与处理、数字高程模型构建、数字地形分析等方面掌握了地形模拟与分析的技能；通过该虚拟仿真平台，学生能够在数字模拟环境下了解地表形态特征及地理过程的分析，提升了学生运用空间分析技术获取地学知识的能力，以及对地理现实世界与地理现象认知水平。

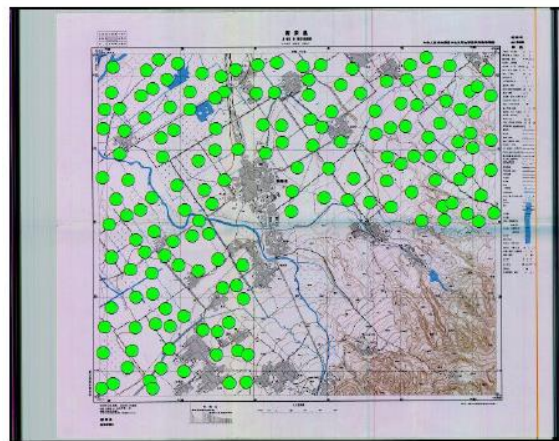
实验流程:

● 地形图数据采集与加工

地形图数据采集与加工是在地形图配准的基础上,按照《国家自然资源和地理空间基础信息库项目标准》对地形图中的交通、水系(湖泊、水库、河流)、居民区、植被、等高线、高程点、界线、断崖等必要要素的空间数据与属性数据进行快速有效采集,包括矢量化和编辑加工等过程。同时,对采集数据的拓扑关系进行有效检查后,以标准地理数据库的方式,构建地形采集数据地理数据库。



(a) 地形图



(b) 采集高程点

图 2-45 地形图上高程点采集

● 数字高程模型构建

数字高程模型简称 **DEM**, 是通过有限的地形高程数据实现对地形曲面的数字化模拟。常见的数字高程模型有规则格网 **DEM**、**TIN** 两种类型。以规则格网 **DEM** 为例, 其构建的基本流程为: 其基本内容与步骤为: 首先对研究区域在二维平面上进行格网划分(格网大小取决于 **DEM** 应用目的), 形成覆盖整个区域的格网空间结构; 然后利用分布在格网点周围的地形采样点内插计算格网点的高程值, 最后按一定的格式输出, 形成该地区的格网 **DEM**。在 **DEM** 建立过程中的关键环节是格网点上高程的内插计算, 通常采用直接内插法或基于 **TIN** 的间接内插法进行解算。对于地形图数据, 由于其等高线数据组织的特殊性, 一般都采用基于 **TIN** 的间接内插法完成格网 **DEM** 建立。

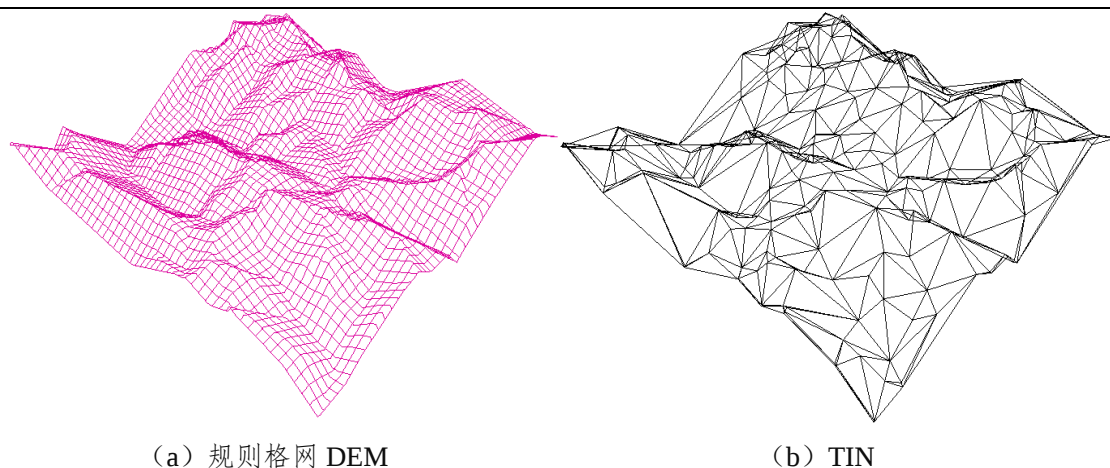


图 2-46 数字高程模型类型

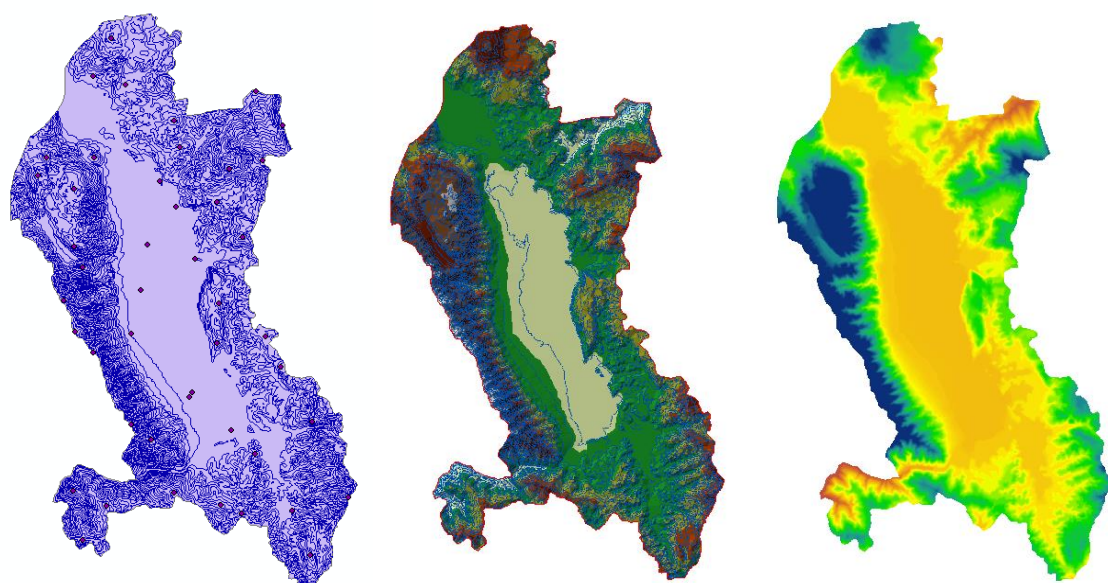
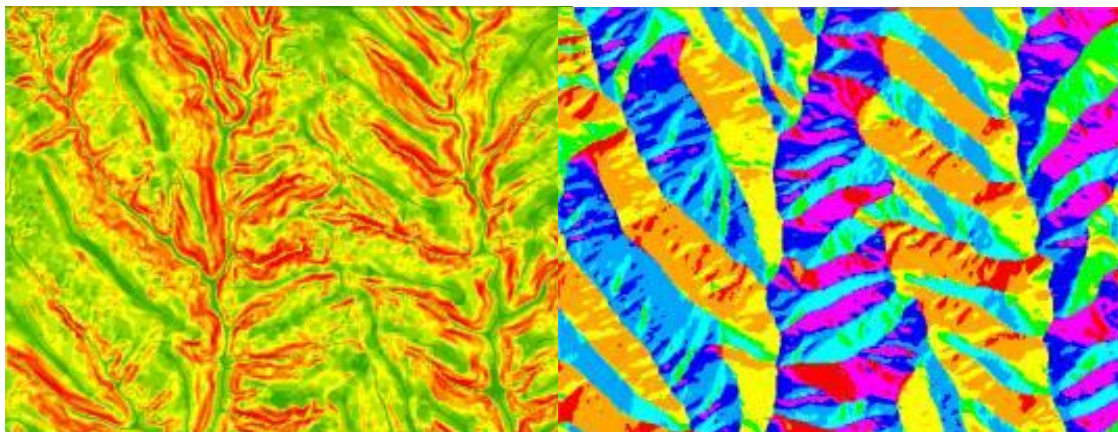


图 2-47 数字高程模型构建实例

● 基础地形因子提取

地形因子是反映地形高低起伏等形态特征的度量，同时也是复杂地理建模的基础数据源。基于 DEM 数据的基础地形因子提取是以 DEM 为基本数据源，根据相应的因子计算算法，基于窗口分析法、图层复合法等空间分析方法，计算得到坡度、坡向、曲率等基本地形因子。基础地形因子的提取不仅能够帮助学生感官上认知地形的形态特征，同时为后续的复杂地理建模提供基础。



坡度

坡向

图 2-48 基础地形因子计算

● 山顶点提取

山顶点是重要的地形特征点之一，准确、有效的提取不同研究尺度下的山顶点是数字地形分析研究中的重要内容之一。基于 DEM 数据的山顶点提取综合运用了 GIS 空间分析中的邻域分析、叠置分析等基本方法，同时还锻炼了学生矢量数据编辑的基本能力。基于 DEM 数据提取山顶点的基本流程是：分析邻域最大值计算、将邻域计算结果与原始 DEM 数据做差得到潜在山顶点、将潜在山顶点由栅格转为矢量、结合等高线等辅助数据删除伪山顶点、制图输出不同研究尺度下的山顶点分布。

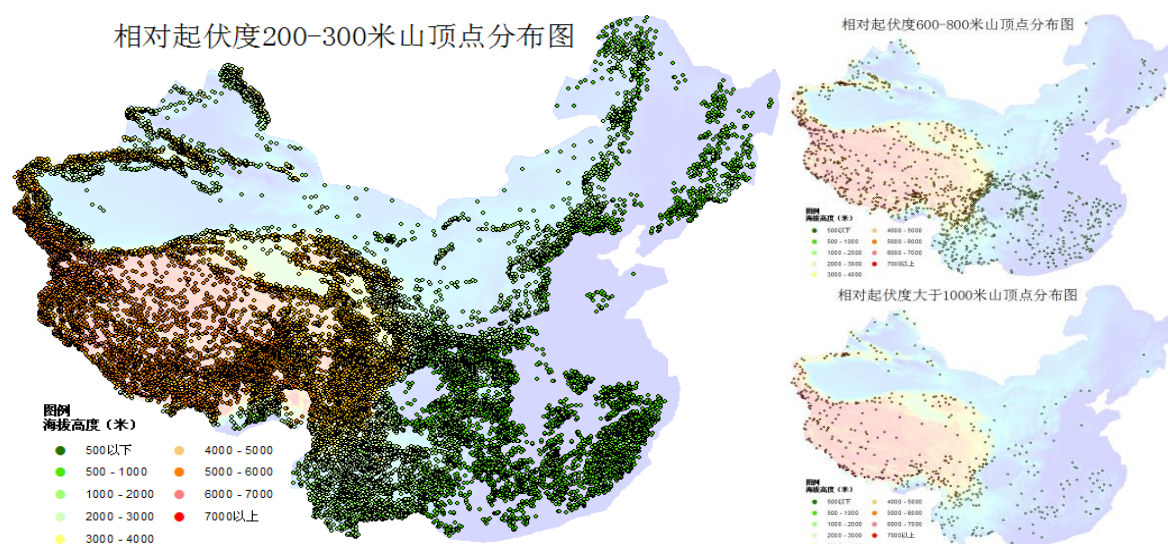


图 2-49 中国内陆不同相对起伏度山顶点空间分布图

● 河流网络提取

河流网络提取是以 **DEM** 数据为基础数据源,提取满足一定阈值的汇流累积量的分布区域来。河流网络提取是流域水文分析的前提,同时也能够作为反映区域地表起伏形态的度量。基于 **DEM** 数据提取河流网络的基本流程为:研究区域填注、水流方向计算、汇流累积量计算、根据一定的阈值提取河流网络区域、连接形成河流网络、按照一定的形式制图输出。

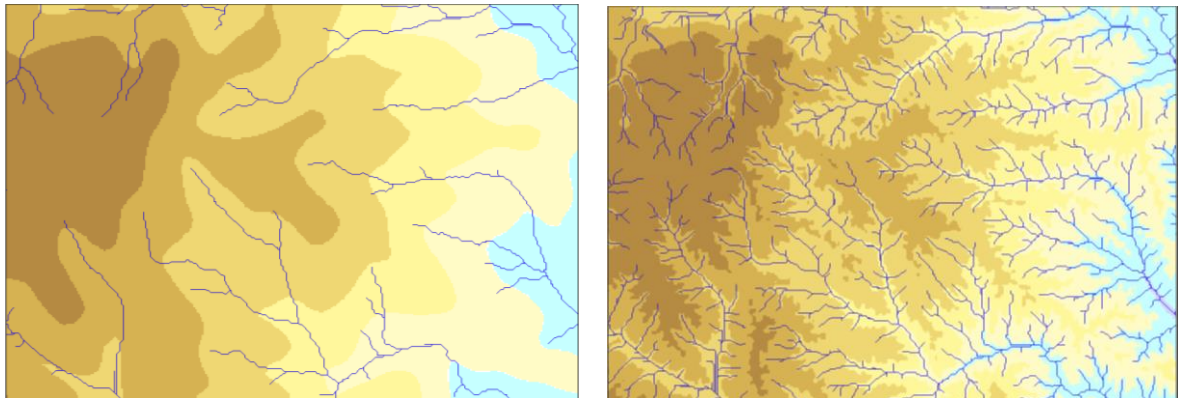


图 2-50 不同复杂地形区域的河流网络提取

● 光照模拟

光照模拟实验是模拟太阳光照射地表,所形成的山体阴影图,光照模拟是一种地形晕渲手法,能够更明显的感知地表的起伏特征。光照模拟以 **DEM** 为数据源,指定两个参数,即太阳的高度角和方位角,这两个角度参数的变化,得到的光照山体阴影图也会随之发生变化。

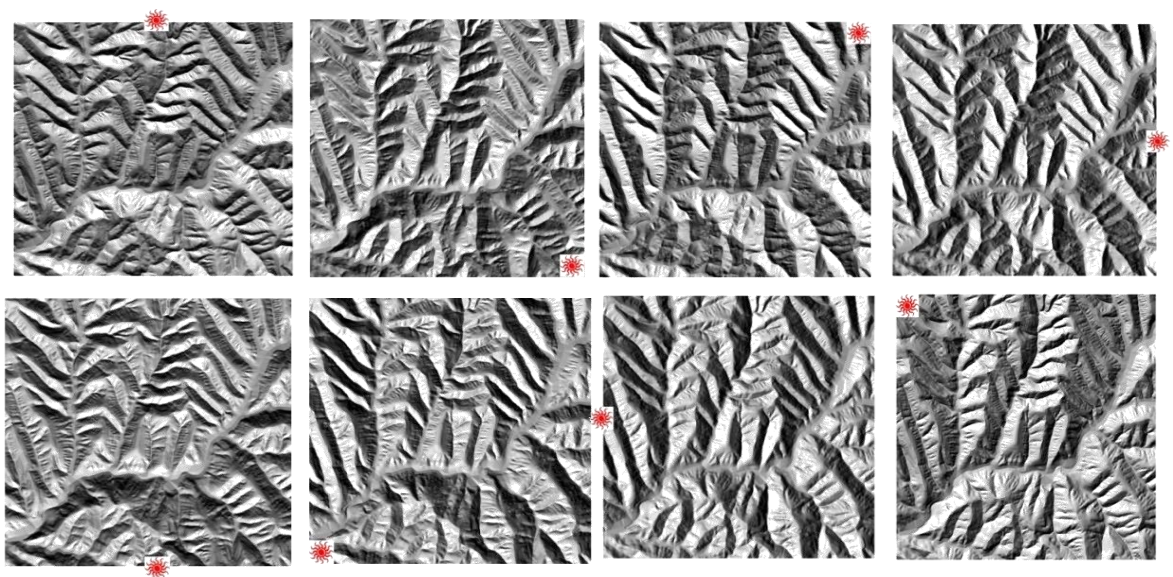


图 2-51 不同太阳方位角下计算得到的山体阴影效果图

● 地形可视化表达

DEM 可以通过多种途径提高对地形起伏特征的渲染效果,例如分层设色、光照晕渲、明暗等高线等。同时,结合不同地形可视化表达方法,可对地形进行可视化增强,如光照晕渲+等高线、光照晕渲+基本地形因子等。地形可视化表达实验以 DEM 为数据源,通过上述手段,实现对原始 DEM 数据的渲染,提高地形特征的三维视觉效果。

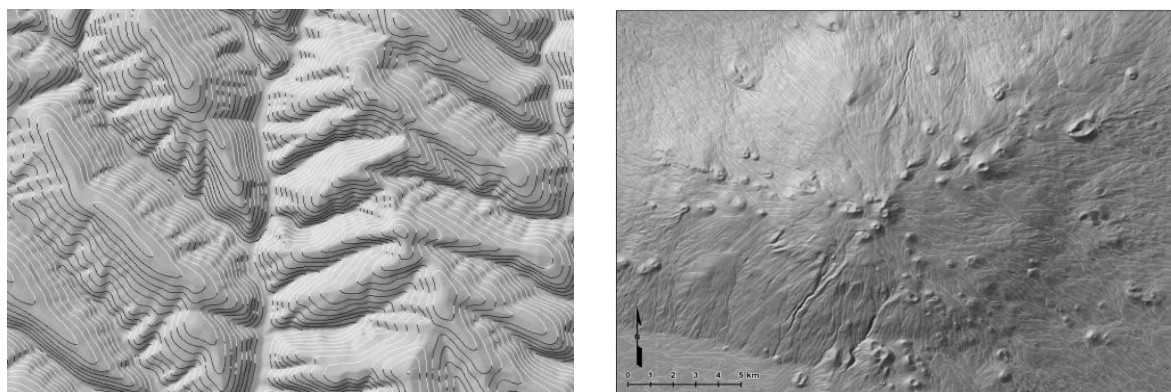


图 2-52 地形可视化增强效果

(3) 遥感数据处理虚拟平台

遥感数据处理虚拟平台是在虚拟环境下培养学生遥感影像解译技能的仿真教学项目,主要面向学院地理信息科学、地理科学和测绘工程专业。该平台以林业、土地利用等遥感影像数据为基础,通过遥感应用教学团队,依据项目实验的具体目标,将遥感影像数据处理与影像解译过程以虚拟仿真方式运用到实践教学。学生在虚拟实验平台上不仅能完成遥感基础应用技能、遥感数据处理等基础实践教学内容,并能结合学院产学研项目与科研课题,从森林、土地覆被、大气、生态环境等方面进行遥感动态监测与模拟、遥感信息集成与定量化仿真、遥感建模与反演等综合性实验项目,提高实践教学的层次,促进学生对遥感影像解译技能的掌握。

实验项目:

基础实验:图像校正与数据恢复;辐射定标及辐射校正;多模型自动镶嵌;多领域遥感图像增强;土地覆被信息的生成;纹理制作;多源遥感数据信息融合;数据复合与GIS综合模拟;三维曲面虚拟飞行;遥感数据产品快速制图。

综合实验:多源土地利用变化遥感分析与模拟;陆地气溶胶遥感建模与反演;区域森林参数协同反演与仿真实验;区域森林生物物理量协同建模与反演;地表温度遥感建模与反演;大范围生态遥感估测与评价;自然景观格局变化遥感分析实验;多源遥感数据综合集成与立体模拟实验。

实验效果:

通过遥感数据处理虚拟平台, 学生从影像纠正、图像增强、数据解译等方面全方位掌握了遥感数据处理技术的原理与方法, 掌握了遥感影像解译的技能; 通过虚拟仿真环境, 学生能够从宏观到微观全方位的了解遥感在国土、林业、大气、生态环境等方面的变化监测、建模与反演过程, 增强了学生对遥感科学技术的认识。

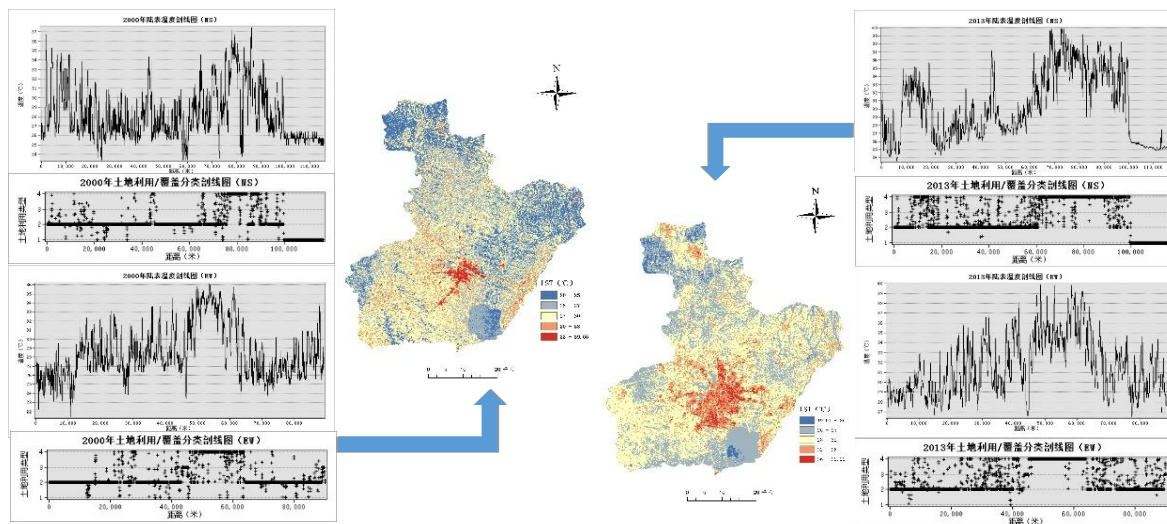


图 2-53 地表温度遥感建模与反演实验

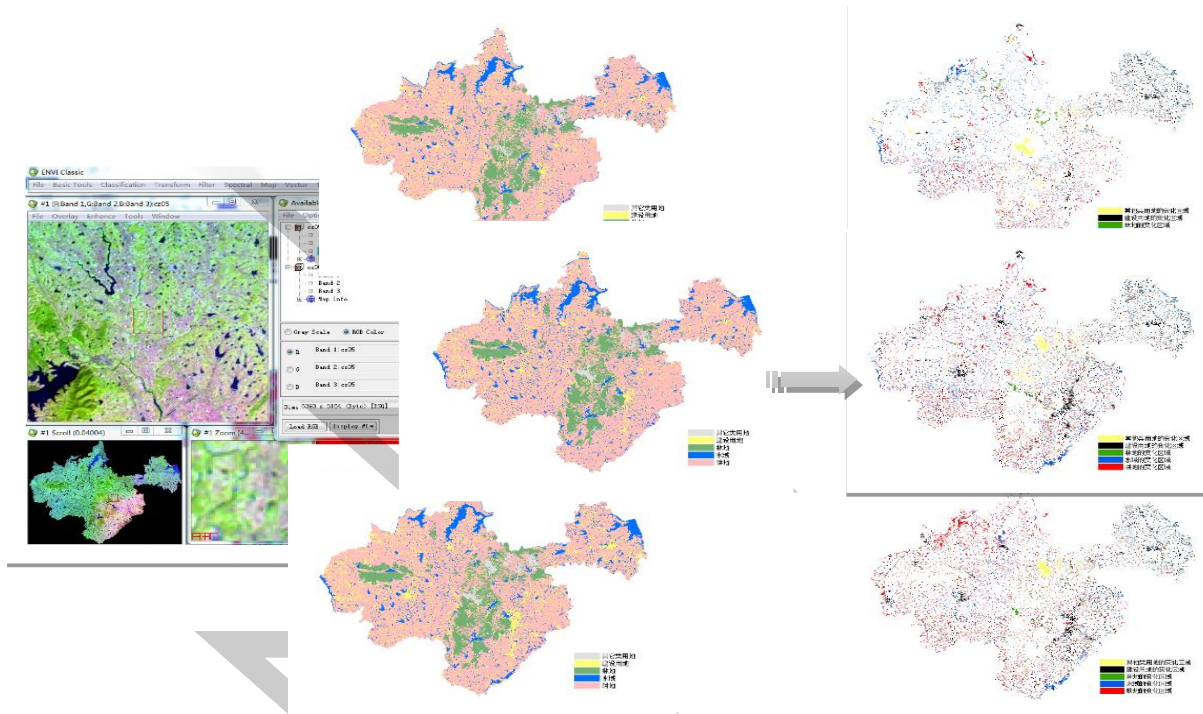


图 2-54 多源土地利用变化遥感分析与模拟实验

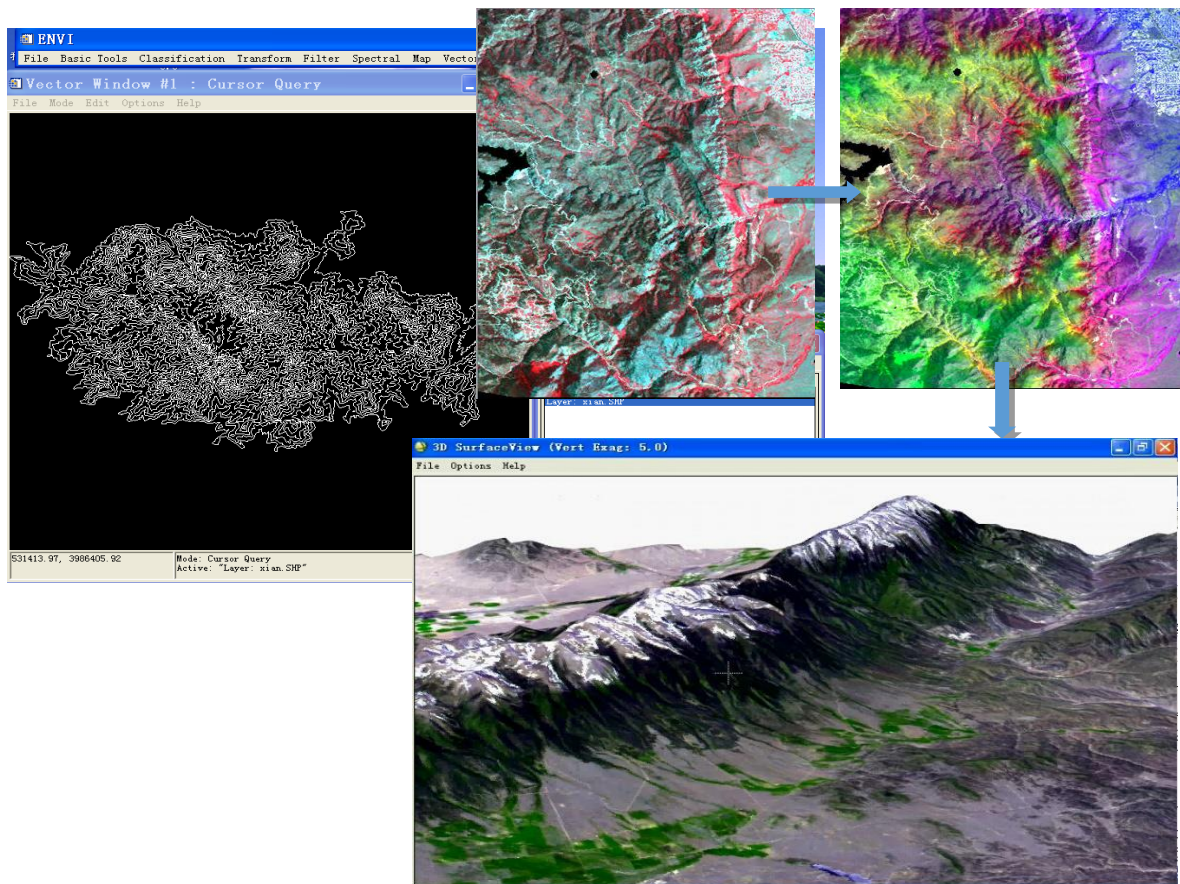


图 2-55 遥感数据、DEM 数据、矢量数据集成仿真模拟实验

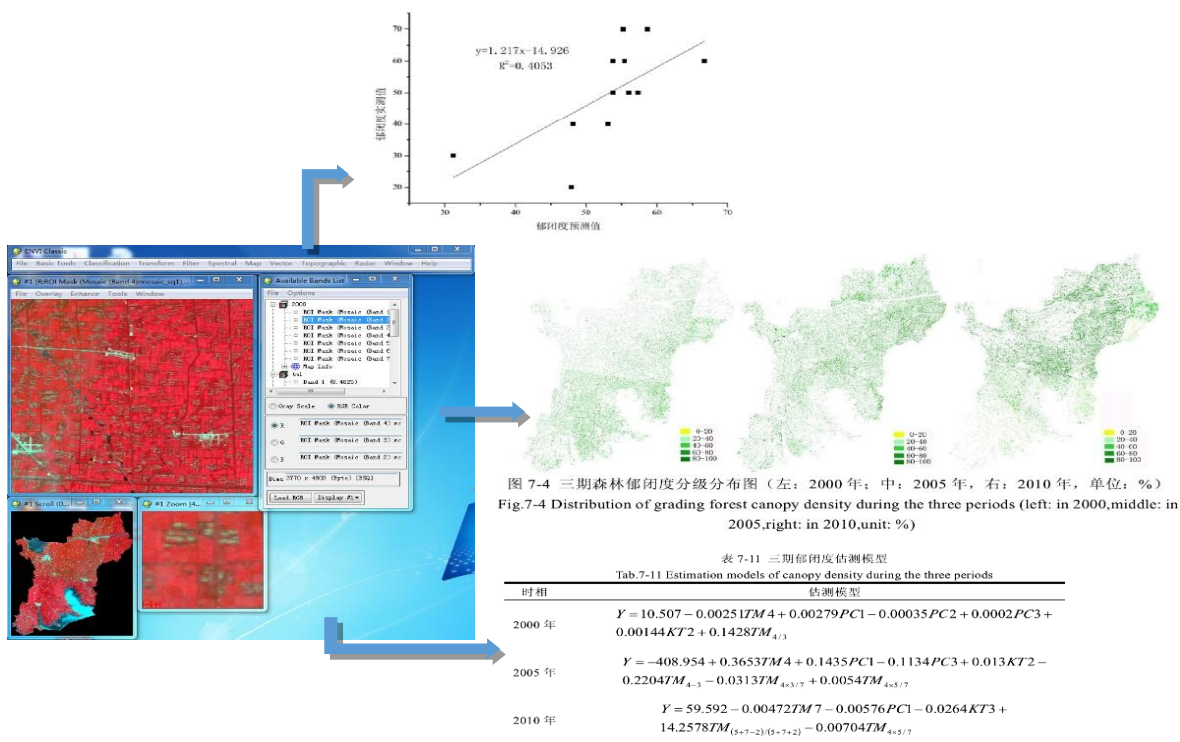


图 2-56 区域森林参数协同反演与仿真实验

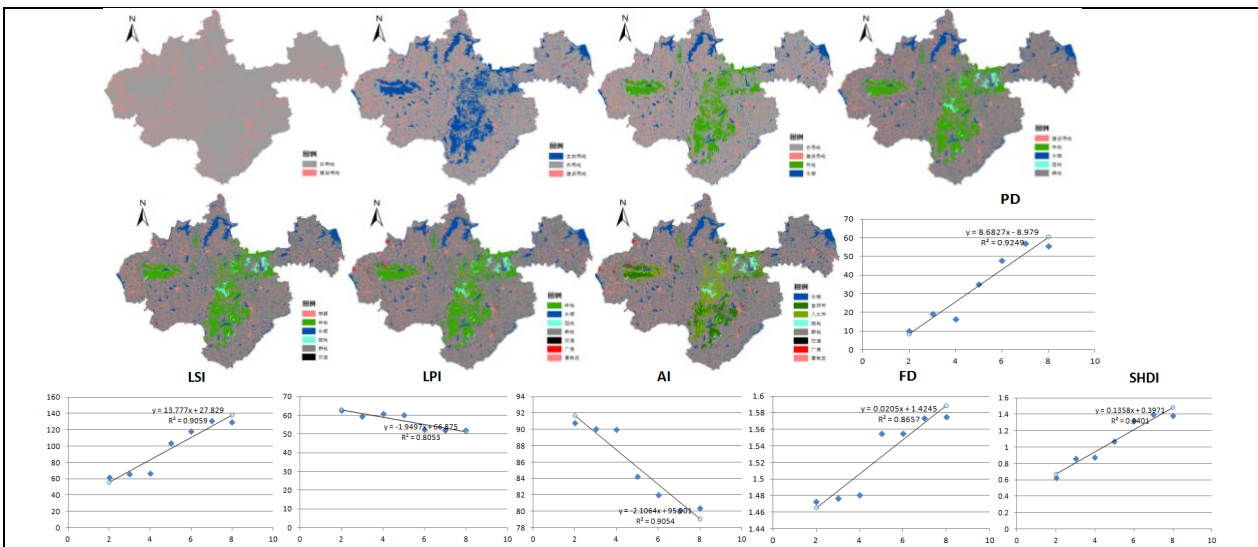


图 2-57 自然景观格局变化遥感分析实验

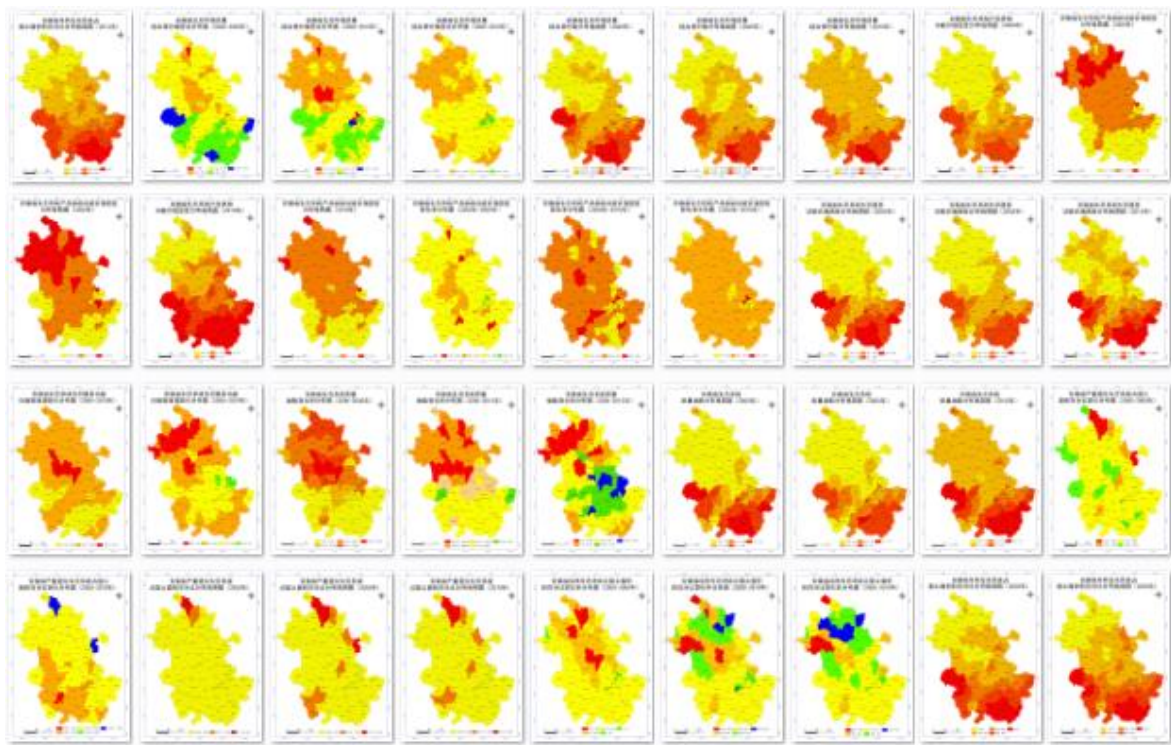


图 2-58 安徽省生态遥感估测与评价实验

实验流程：

● 图像校正与数据恢复

遥感图像的几何校正是指消除影像中的几何形变，产生一幅符合某种地图投影或图形表达要求的新影像。该实验包括两个核心环节：一是像素坐标的变换，即将影像坐标转变为地图或地面坐标；二是对坐标变换后的像素亮度值进行重采样。在 ENVI 软件中，选择 **Registration** 几何纠正模块，在两幅影像之间或影像与地图之间选取合适数量的同名地物点后，进行重采样计算及验证步骤。对于由于传感器等原因造成的图像数据的坏数

据行，利用 ENVI 的坏数据行替换工具进行处理，对于缺失的数据，采用插值算法进行填充。

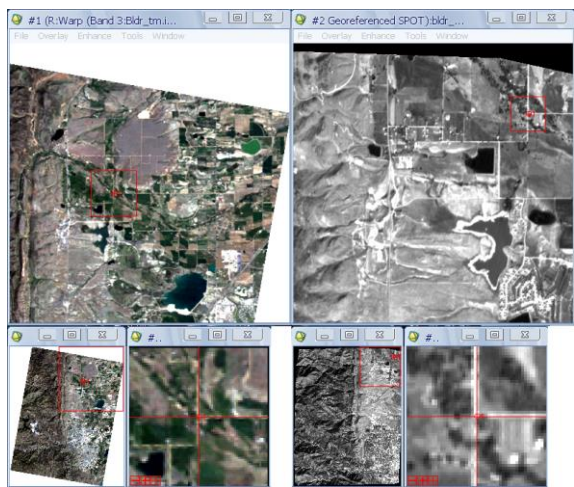


图 2-59 控制点的采集

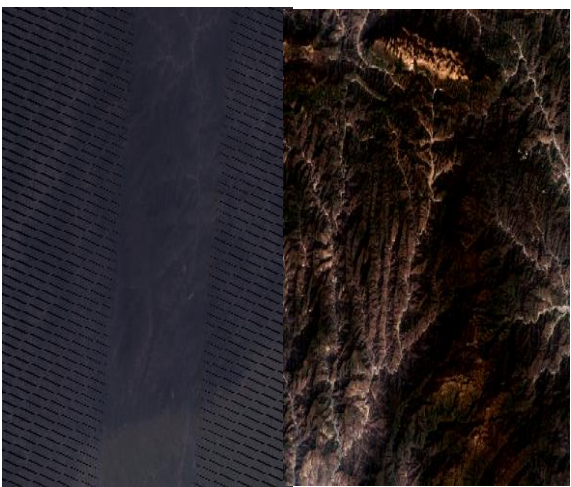


图 2-60 去条带操作

● 辐射定标及辐射校正

辐射定标主要为传感器定标，它是将传感器记录的电压或数字量化值（DN）转换成绝对辐射亮度值（辐射率）的辐射亮度（辐射率）的过程，或者转换与地表（表观）反射率、表面（表观）温度等物理量有关的相对值的处理过程。ENVI 中 Landsat 定标工具可以将 Landsat MSS、TM 或 ETM+的 DN 值转换成辐射亮度值或表观大气反射率。其中，大气校正利用现有的 6S 模型、MODTRAN 模型相结合，选择适合的大气校正模型，以达到更准确获取遥感测度的要求。以 Landsat-TM5 卫星遥感影像为例，分别采用采用黑暗像元减法(DOS)、大气辐射传输模型法 FLAASH、ATCOR2、6S 等四种大气校正方法进行遥感影像的大气校正，并对各种方法进行精度验证。而对于部分气象数据缺失，采用了 MODIS 气溶胶产品根据大气传输辐射模型和经验模型计算相应数据。

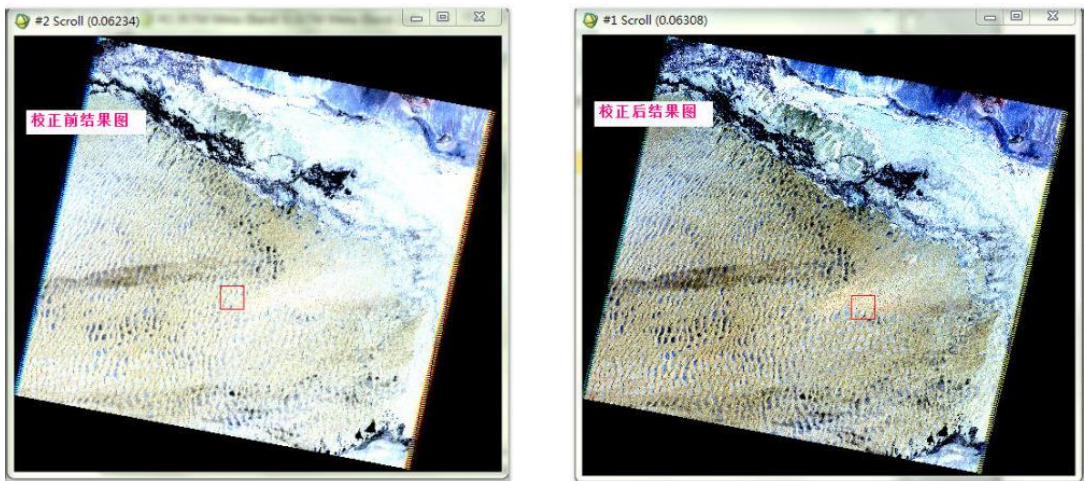


图 2-61 校正前后结果图

● 多模型自动镶嵌

影像镶嵌是指在一定地数学基础控制下，把多景相邻遥感影像拼接成一个大范围的影响图的过程。利用 ENVI 的 Mosaicking 模块选择适当的模型进行镶嵌。

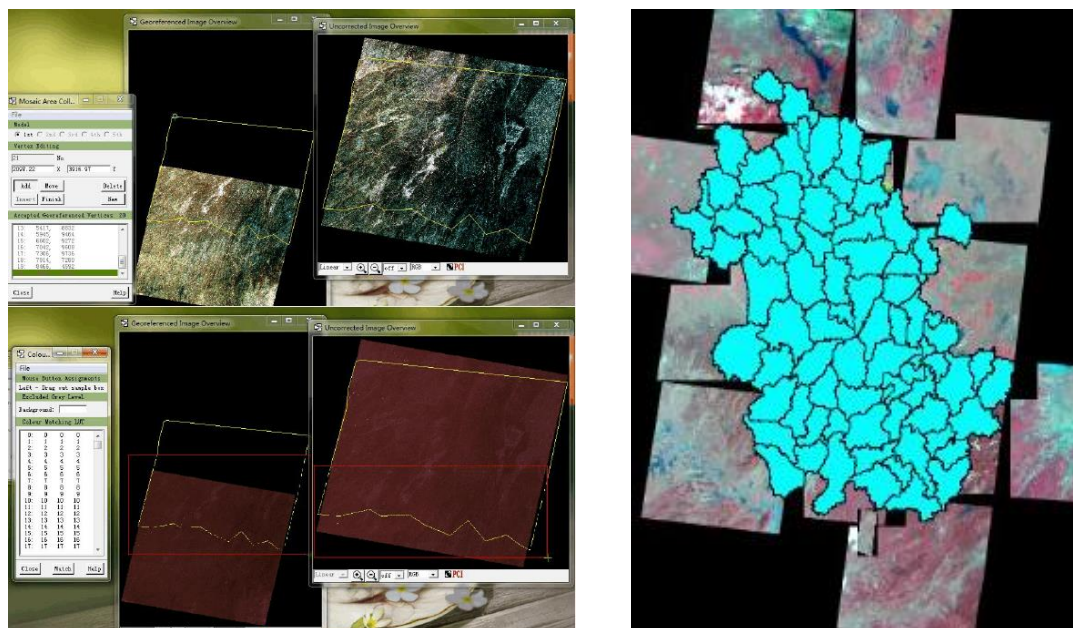


图 2-62 镶嵌过程

● 多领域遥感图像增强

辐射增强是一种通过直接改变图像中的像元的亮度值来改变图像的对比度，从而改善图像视觉效果的方法。该实验从辐射增强、光谱增强、空间域增强、频率增强等不同领域进行增强处理，通过 ENVI 的 Enhance 模块的交互式直方图调整、直方图匹配、波段比计算、主成分变换、独立成分变换、最小噪声分离变换、彩色变换、卷积滤波、边缘检测、纹理分析、傅立叶变换等实验步骤改善图像视觉效果。

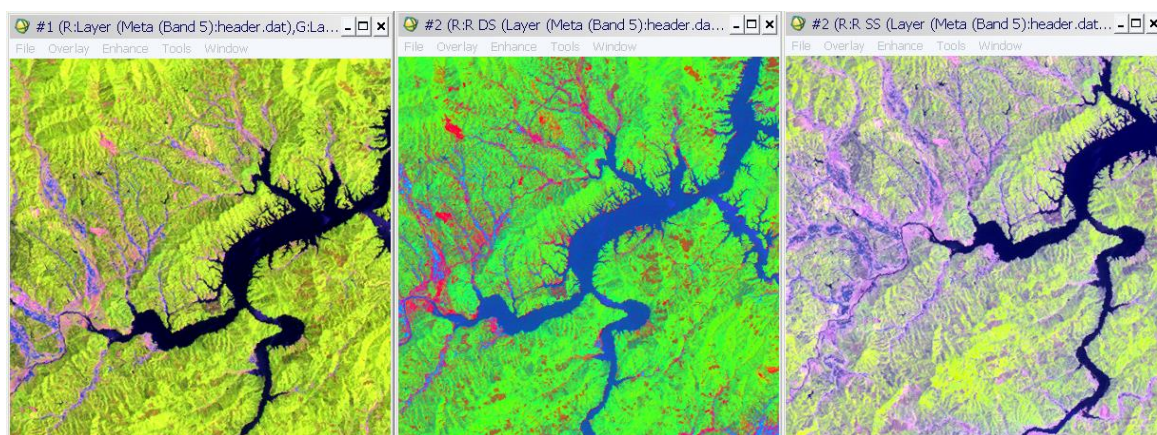


图 2-63 图像拉伸效果前后对比

● 土地覆被信息的生成

土地覆被信息生成利用计算机对遥感图像中各类地物的光谱信息和空间信息进行分析，选择合适的特征，利用 ENVI 监督分类 **Supervised**、非监督分类 **Unsupervised**、基于专家知识的决策树分类 **Decision Tree**、面向对象分类 **Feature Extraction** 等工具将图像中每个像元按照某种规则或算法划分为不同的类别，以获得地物土地覆被信息。

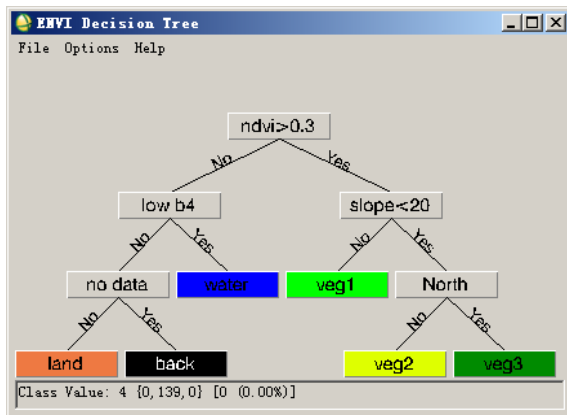


图 2-64 决策树绘制

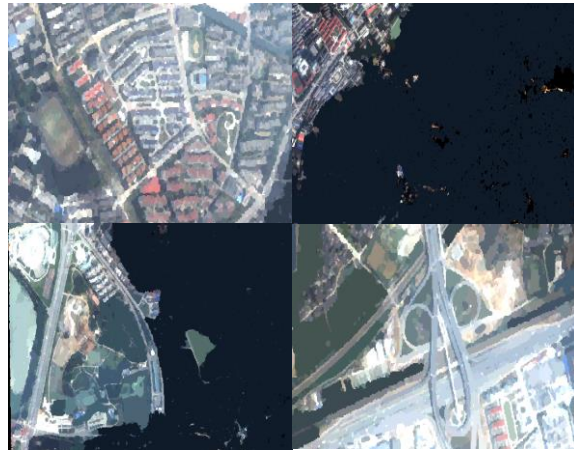


图 2-65 不同分割尺度下的土地覆被提取

● 纹理制作

纹理是通过色调或颜色变化表现的细纹或细小的图案，这种细纹或细小的图案在某一确定的图像区域中以一定的规律重复出现。为提高地物信息提取的质量，需要对遥感影像的纹理特征进行提取，纹理制作首先需要设定窗口大小、窗口移动方向，选择基于概率统计或二阶概率统计方法进行纹理滤波，得到均值、方差、协同性、对比度、相异性、信息熵、二阶矩和相关性等 8 个纹理测度，形成遥感影像的纹理测度图。

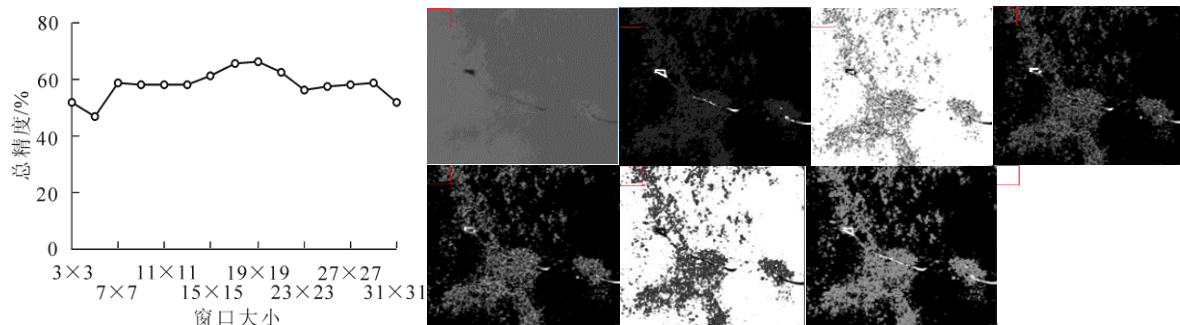


图 2-66 纹理窗口选择与纹理测度结果

● 多源遥感数据信息融合

融合是将不同类型传感器获取的同一地区的图像数据进行空间配准，然后采用一定方法将各图像的的优点或互补性有机结合起来产生新图像的实验。在融合过程中，通常采用 **IHS** 变换融合方法、**PCA** 变换融合方法、小波变换融合方法、高通滤波融合方法等，

以 HIS 变换融合为例，首先将 RGB 空间转换为 HSV 空间，并在 HSV 空间中复合不同分辨率的数据，然后采用最近邻法、双线性内插法或三次卷积法对 HSV 颜色空间的色调和饱和度重采样到高分辨率像元尺寸，最终通过逆变换回到 RGB 颜色空间形成多源遥感数据的融合影像。



图 2-67 多源遥感数据信息融合结果

● 数据复合与 GIS 综合模拟

为提高虚拟环境下遥感影像解译精度，需要对矢量数据、数字高程模型、统计数据等非遥感数据与遥感数据之间进行复合，首先将不同传感器获得的同一景物的影像或者是同一传感器获得的不同分辨率的影像经过色彩变换处理后，然后通过信息融合技术对遥感影像数据进行复合处理，获得最终合成影像。

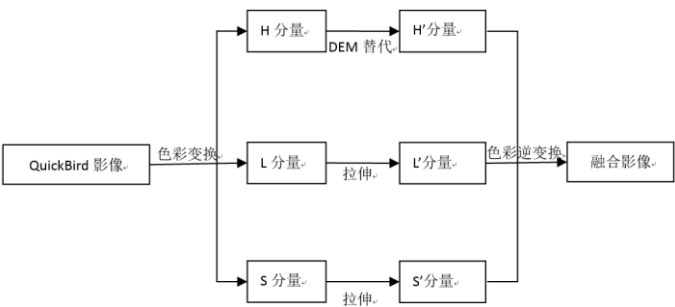


图 2-68 DEM 与遥感数据复合流程图

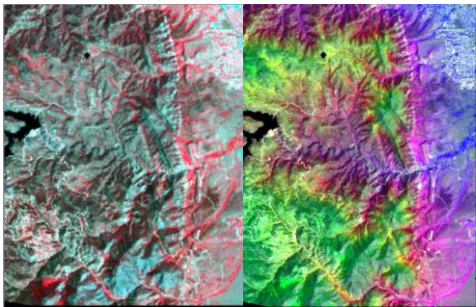


图 2-69 复合前后对比图

● 三维曲面虚拟飞行

为提高遥感影像信息的虚拟可视性，首先复合遥感数据与高程信息，得到三维遥感影像显示，然后通过交互式限定或注记来设计三维曲面的飞行路线，飞行视角利用实时地旋转、平移、缩小和放大三维表面来设置，最后按照设定的飞行路线和飞行视角完成虚拟飞行任务，并对整个过程进行录制，制作成动画或展示影片。

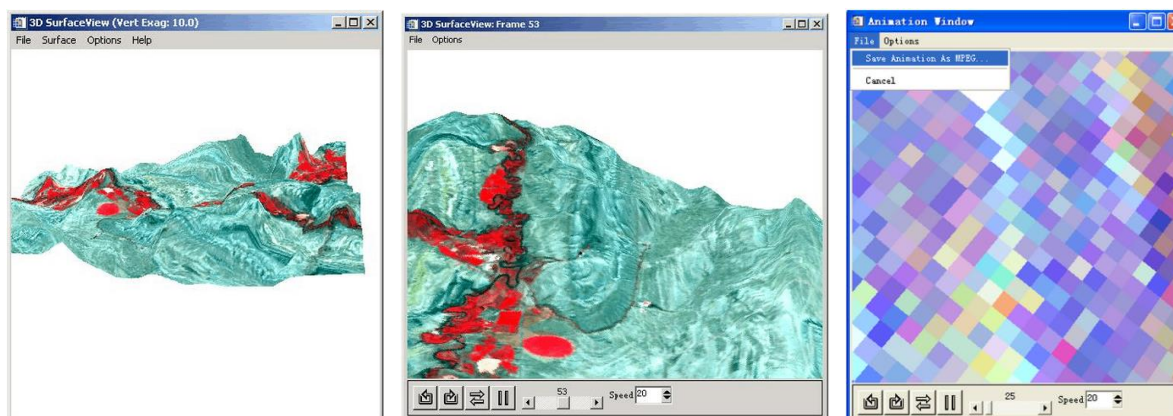


图 2-70 三维曲面虚拟飞行

● 遥感数据产品快速制图

为保存遥感数据产品信息，将遥感数据处理结果制成数据地图。首先，根据数据地图的用途，自定义地图版面设计中的元素，然后在地图上添加虚拟边框、文本注记、公里网、等值线、绘图插入、矢量叠合以及分类图的叠合等要素，最后保存地图制图的结果，制成遥感数据产品地图制图影像。

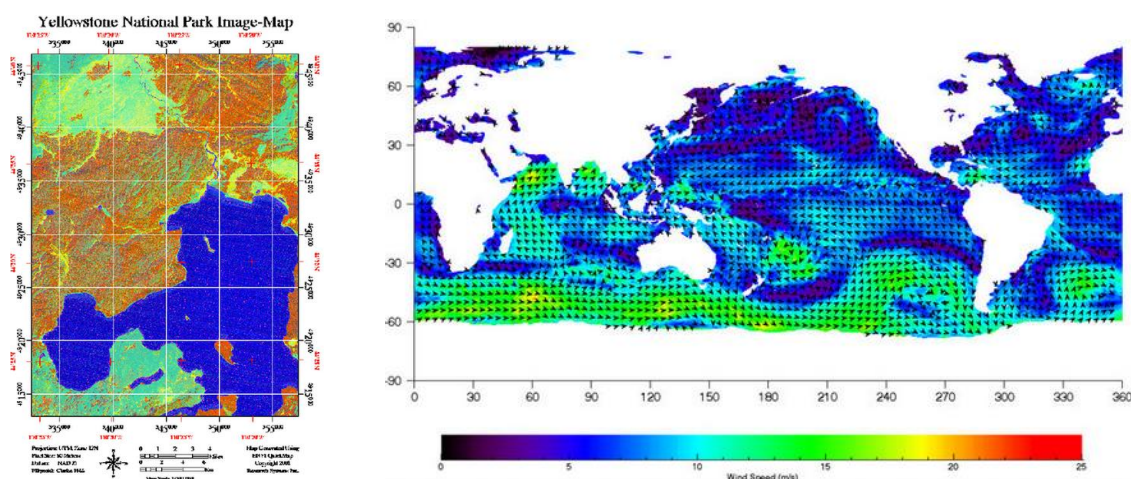


图 2-71 遥感产品快速制图

(4) 三维地理场景仿真平台

三维地理场景仿真平台是在仿真环境下培养学生的三维地理实体建模技能，主要面向学院地理信息科学、地理科学专业。该平台基于摄影测量工作站所产生的建筑物边界

数据，通过虚拟环境下三维地理场景的仿真教学，教授学生利用仿真平台构建三维地理实体的理论与方法。学生在虚拟实验平台上不仅能够掌握单个三维地理实体的建模过程，还能够结合三维地理场景漫游、坐标查询、距离、面积、光照分析、通视分析等 GIS 空间分析知识了解三维地理场景的管理与分析。在此基础上，结合数字城市与智慧城市的地理场景构建方法，学生能够了解 GIS 在数字城市与智慧城市三维场景仿真中的应用。

实验项目：

基础实验：建筑 DLG 数据采集与加工；外业数据与模型纹理的采集；照片纹理的后期加工；各级别模型的建模细节区分；基础景观建模；三维地形与精细模型匹配；模型导入第三方平台；三维平台的场景设置与优化；

综合实验：滁州市政务新区三维景观建模实验；滁州学院会峰校区三维地理场景构建实验；滁州学院琅琊校区三维地理场景构建实验。



图 2-72 滁州市政务新区三维景观建模实验



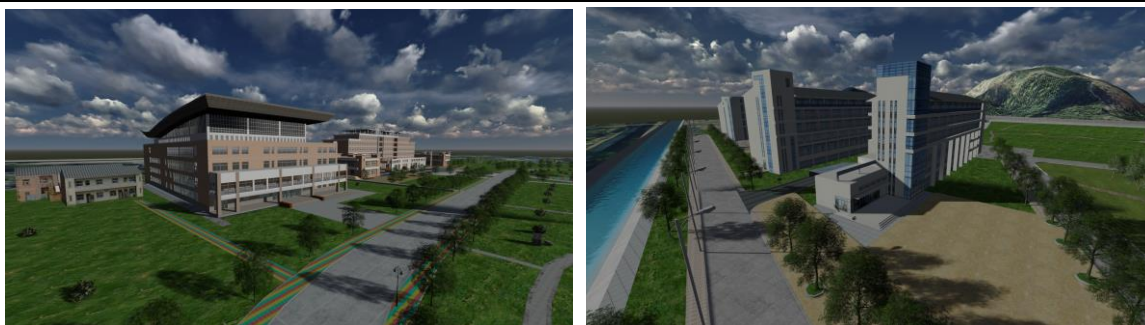


图 2-73 滁州学院会峰校区三维模型构建实验

创新实验：古建筑三维景观构建实验；三维平台中模型导入与渲染；学生自我设计实验等；

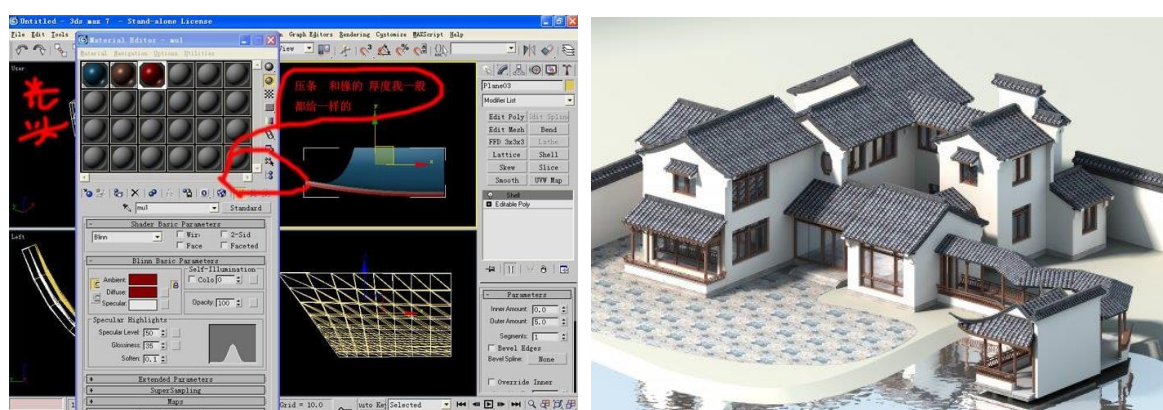


图 2-74 古建筑三维景观构建实验

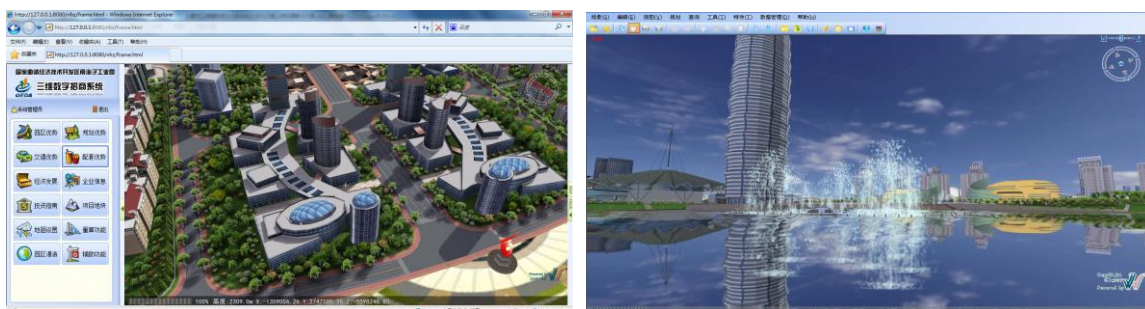


图 2-75 三维平台中模型的导入与渲染实验

实验效果：

通过三维地理场景仿真平台，学生从三维空间数据处理与加工、三维地理要素构建、三维场景管理等方面掌握了三维地理实体建模的技能；通过该虚拟仿真平台，学生能够在三维虚拟地理环境下了解三维空间实体的管理与地理过程的分析，加深了学生对 GIS 技术在三维数字城市与智慧城市重要作用的理解。

实验流程：

- 建筑 DLG 数据采集与加工

The figure shows a grayscale aerial photograph of a city street grid. A large red letter 'A' is superimposed in the center, indicating a specific area of interest. Surrounding this central area are five blue-outlined rectangular regions, each labeled with a blue letter: 'A1' is at the top center, 'A2' is to the left, 'A3' is to the right, 'A4' is at the bottom left, and 'A5' is at the bottom right. These regions represent different blocks or segments within the urban environment.

● 外业数据与模型纹理的采集

表 2-1 外业采集记录单

[illegible]



图 2-78 外业数据采集

● 照片纹理的后期加工-

通过 Photoshop 软件对外业采集的照片数据进行后期加工，根据三维地理信息模型数据产品规范的要求，对纹理格式、纹理大小、纹理色调、纹理精度、纹理贴图进行处理加工，再归类整合公共材质，建立材质库，为接下来的建模工作做准备。

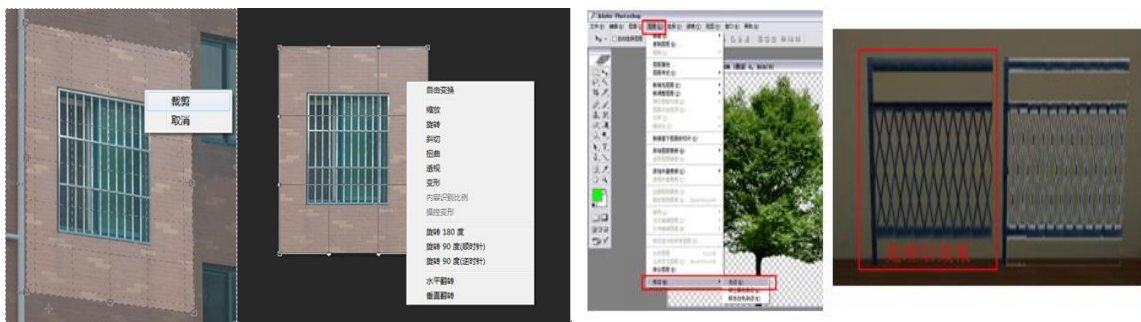


图 2-79 贴图纹理加工

● 各级别模型的建模细节区分

建模工作开始之前，需要对建模区域的所有建模对象进行建模尺度分级，根据建模对象的分类和作用，将模型的细节表现规范划分为 4-6 类，并建立表格记录，提供给建模工作人员，为建模尺度提供依据。

表 2-2 建筑要素模型精细度表现分级

内容	I 级	II 级	III 级	IV 级
屋顶	细节建模表现	主体建模表现	主体建模表现	主体建模表现
楼体	细节建模表现	细节建模表现	主体建模表现	主体建模表现
底商	细节建模表现	主体建模表现	不表现	不表现
女儿墙	细节建模表现	主体建模表现	主体建模表现	不表现
开放阳台	细节建模表现	主体建模表现	主体建模表现	不表现
屋顶重要装饰	细节建模表现	主体建模表现	不表现	不表现
下穿结构	细节建模表现	主体建模表现	主体建模表现	不表现
门廊	细节建模表现	主体建模表现	主体建模表现	不表现
屋檐	大于 0.5 米 细节建模表现	大于 1 米 细节建模表现	主体建模表现	不表现
吻兽	主体建模表现	符号表现	不表现	不表现
雀替	主体建模表现	符号表现	不表现	不表现
檐廊	细节建模表现	主体建模表现	不表现	不表现
大型台阶	细节建模表现	主体建模表现	主体建模表现	不表现
普通台阶	主体建模表现	主体建模表现	不表现	不表现
室外楼梯	细节建模表现	主体建模表现	主体建模表现	不表现
支柱（墩）	细节建模表现	主体建模表现	主体建模表现	不表现
立面突出物或 重要装饰	大于 0.5 米 细节建模表现	大于 1 米 细节建模表现	主体建模表现	不表现
悬空通廊	细节建模表现	主体建模表现	主体建模表现	不表现
天窗(老虎窗)	主体建模表现	主体建模表现	主体建模表现	不表现
水箱	主体建模表现	符号表现	符号表现	不表现
发射塔	主体建模表现	符号表现	不表现	不表现
单位碑铭	主体建模表现	符号表现	不表现	不表现
门口装饰物	主体建模表现	符号表现	不表现	不表现
烟囱	主体建模表现	符号表现	不表现	不表现
旗杆	主体建模表现	符号表现	不表现	不表现
一般出入口	细节建模表现	主体建模表现	主体建模表现	不表现

● 基础景观建模

三维城市模型中房屋模型数量庞大，形态多样。房屋建模方法的确定既要有效控制房屋模型的数据量，又要达到较好的视觉效果。房屋建模方法的思路是充分利用测绘资源中的房屋边线数据，总结和归纳不同年代、不同风格房屋的特点和同性，提取房屋结构划分规则，在利用房屋边线拉起房屋模型的同时，将房屋模型进行适当的几何切分，并自动生成简单房顶，再制作房屋模型的贴图模版，利用贴图模版完成房屋模型的纹理贴图，最后人工调整部分房屋贴图，制作部分房屋屋顶结构提升房屋模型视觉效果。

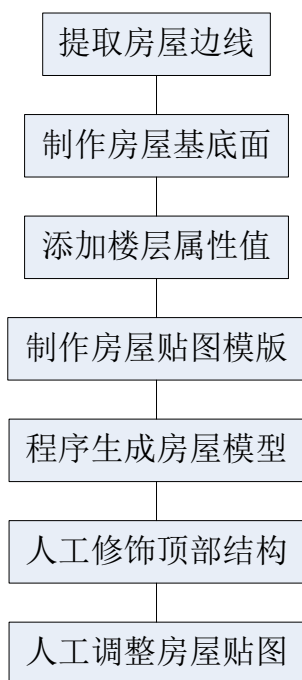


图 2-80 房屋建模流程

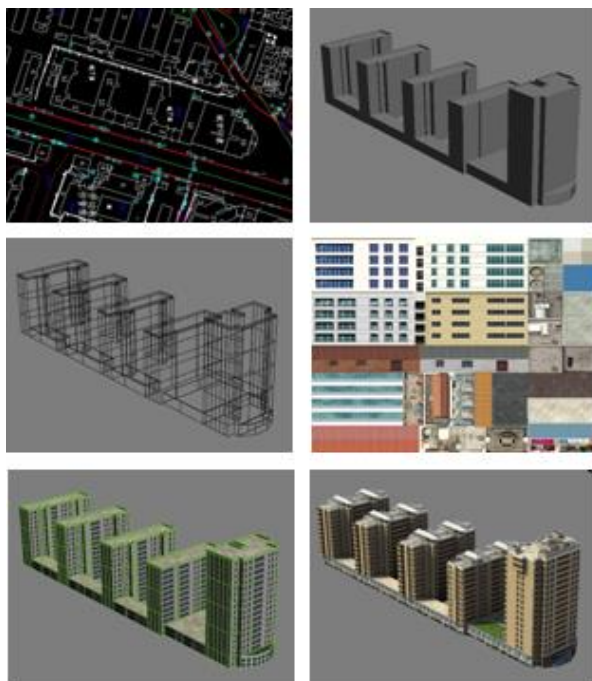


图 2-81 房屋建模示意

● 三维地形与精细模型匹配

在三维城市模型中，地貌被表示成地形模型，即数字高程模型。数字高程模型，是以数字的形式按一定结构组织在一起，表示实际地形特征空间分布的模型，也是地形形状大小起伏的数字描述。根据提供的数字高程模型，采用第三方三维平台，系统自动生成三维地形，表现整个区域的地势、河流等信息；后期需将地形数据导出至 3dsmax 中，与其他建模要素进行坐标位置匹配，手动对地形与建筑接面部分进行调整，防止出现模型接面分析和重合现象。

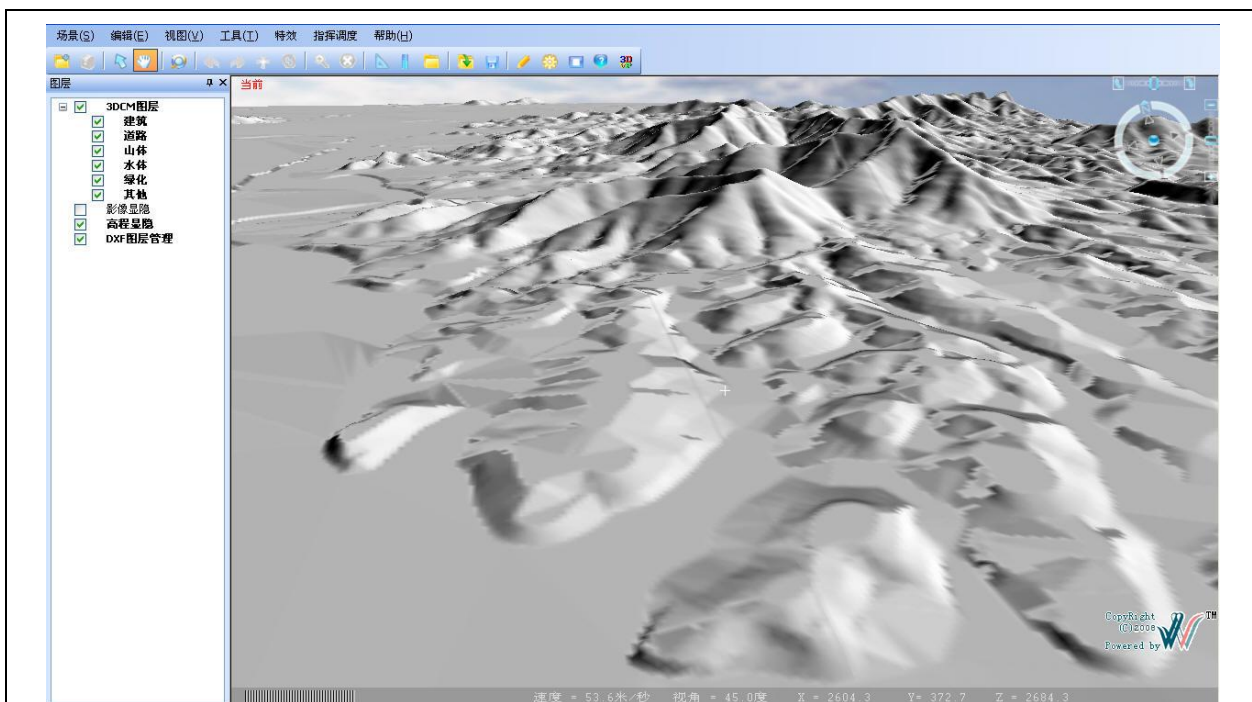


图 2-82 数字地形

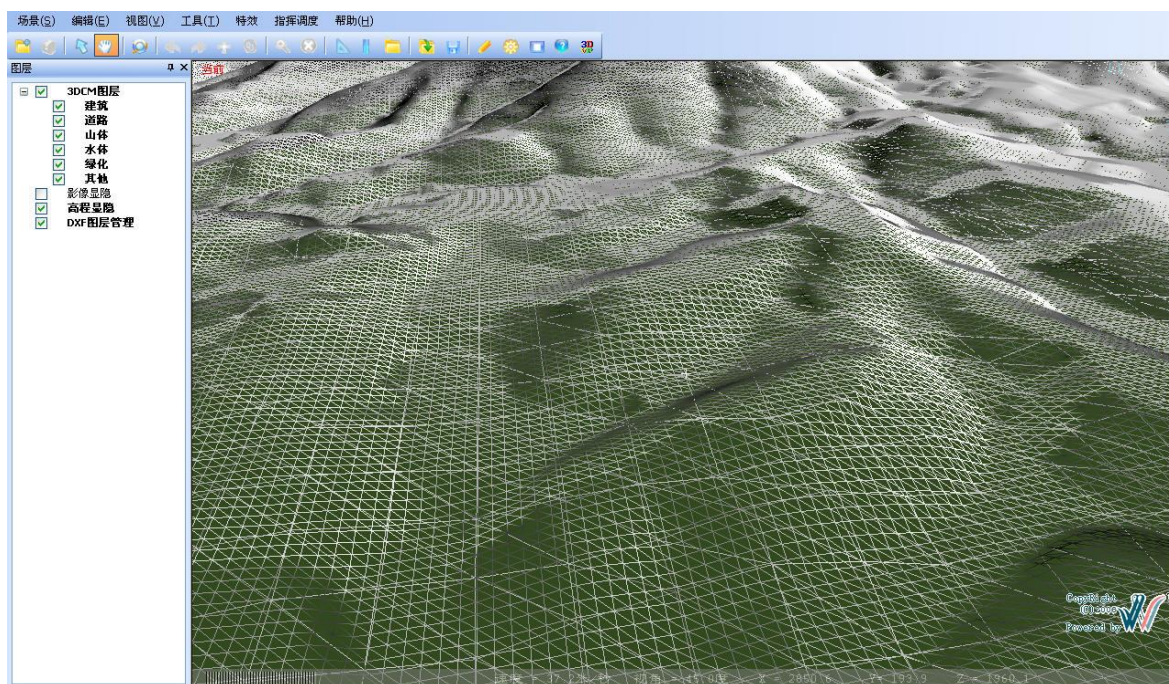


图 2-83 格网数据

● 模型导入第三方平台

模型导入第三方平台之前，需对模型的建模质量进行质检、修正，避免出现明显的拓扑错误，导入出现平台不兼容的情况，严重的可能会导致平台崩溃；需要对构建好的模型使用 OSGVIEW 工具导出 IVE 文件，查看无误后，再向三维展示平台中导入。

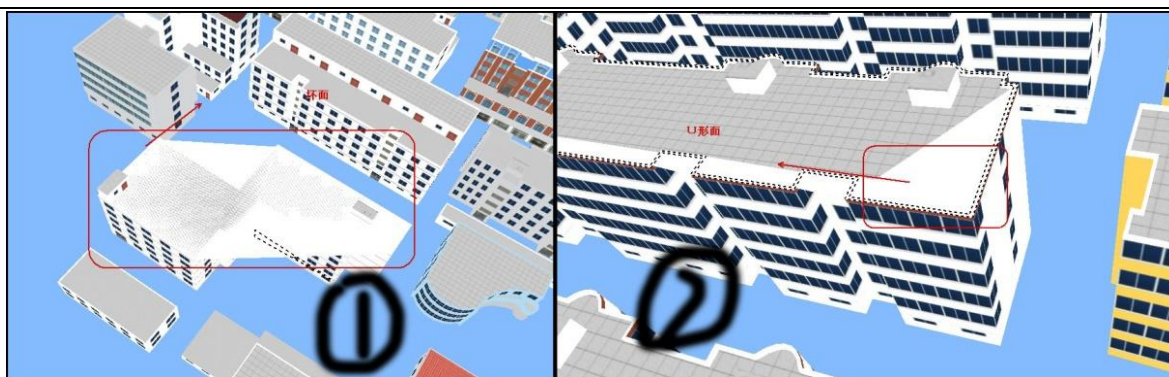


图 2-84 模型坏面错误

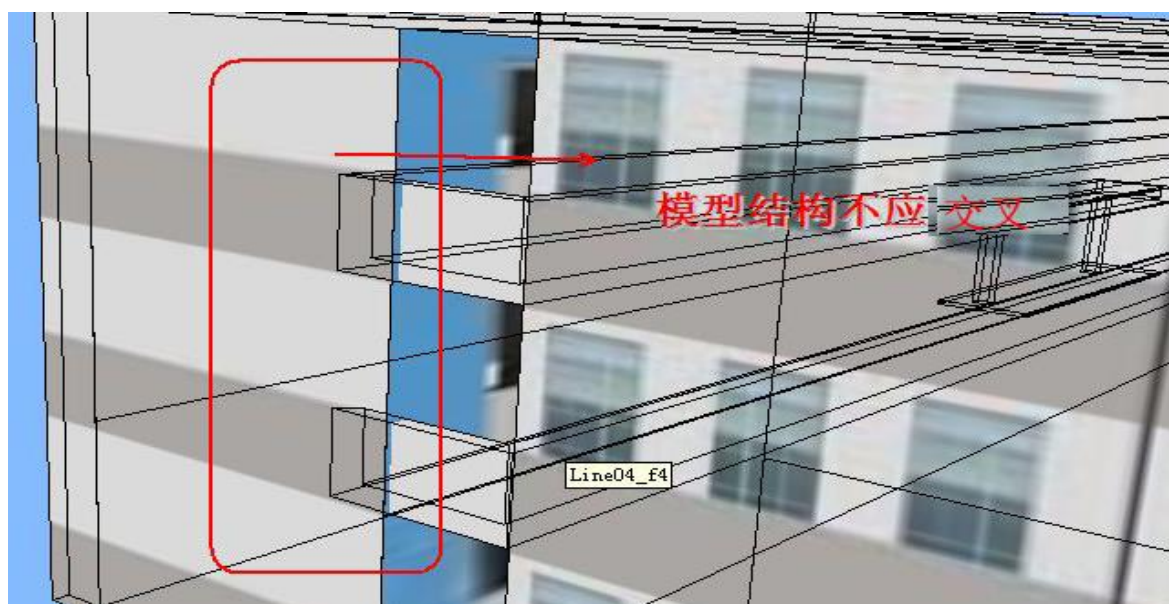


图 2-85 模型结构交叉错误

● 三维模型烘焙

模型烘焙是指在三维建模型软件中模拟、伪造自然光影信息来渲染建模型对象，并把光影信息做成贴图纹理材质，使用贴图的方式贴附到建模型对象上的方法。以达到减少计算机 CPU 计算资源的占用，从而在处理大场景的时候处理速度快，而不用再计算灯光阴影等，而只计算材质。且减少计算机在计算光能传递时画面抖动的麻烦。

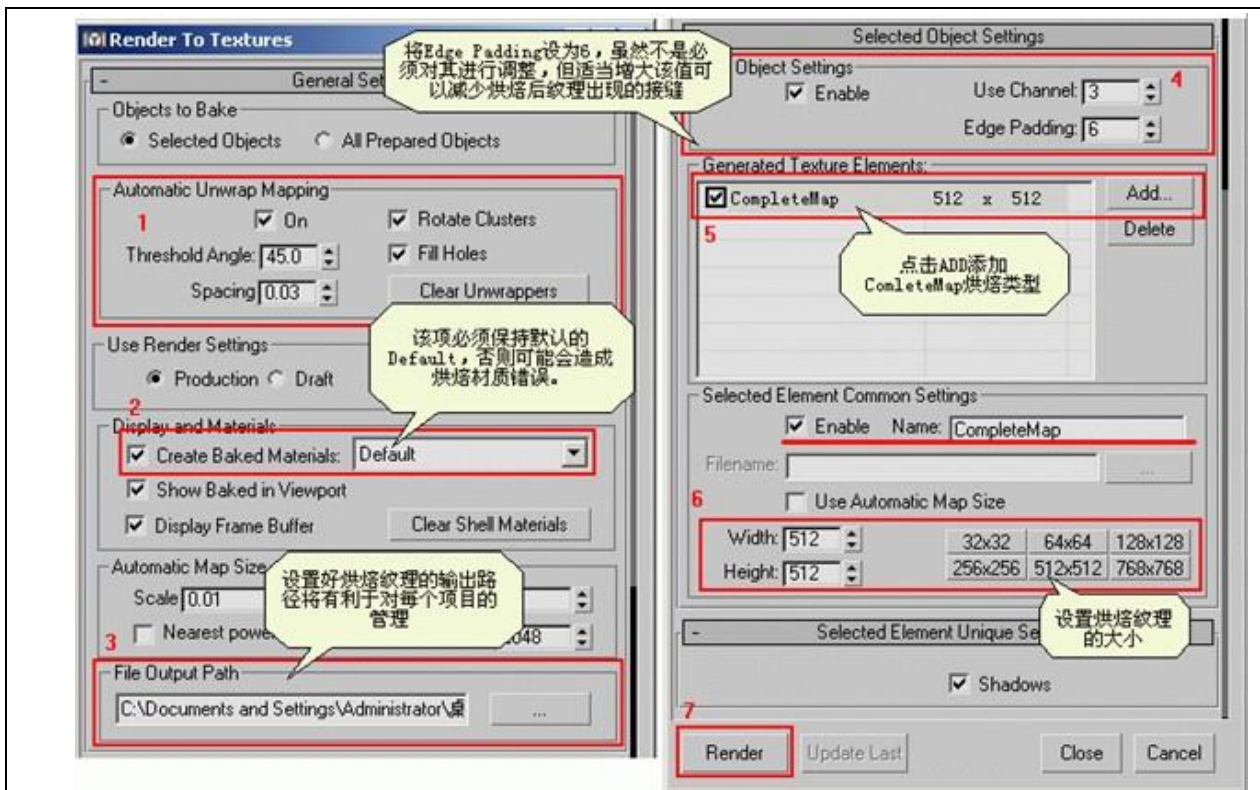


图 2-86 渲染烘焙设置



图 2-87 渲染烘焙效果

2.3 由科研成果(近五年)转化而来的实验教学内容

(1) 基于贵州地形图数据生产项目的实践教学

贵州地形图数据生产项目是学院与北京东方泰坦科技股份有限公司合作开展的产学研服务项目，项目主要在 ArcGIS 虚拟环境下，参照国家基础地理数据的相关标准规范，对贵州地区的地形图要素进行采集，包括等高线、水系、交通道路、居民地等基本要素类型。通过项目的实施，带动了 2012 级地理信息科学专业、测绘工程专业 200 余名学生进行校内生产技能训练，并将该项目的技术标准与技术方案引入至 2013 与 2014 级地理信息科学、测绘工程、地理科学等相关专业的校内生产教学活动，设计了栅格数据配准、矢量数据采集、属性数据录入、拓扑检查、地形图数据输出等实验内容，有效促进了我院地理信息类专业学生对 GIS 基础应用技能的掌握。

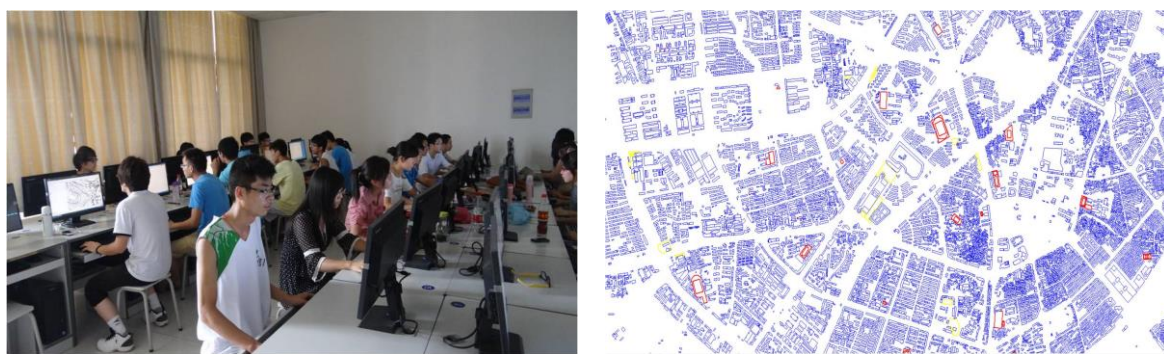


图 2-88 贵州地形图数据生产实践教学

(2) 基于巢湖凌家滩遗址航拍项目的实践教学

巢湖凌家滩遗址航拍项目是学院与南京师范大学、安徽省文物考古研究所合作开展的科学研究项目。凌家滩遗址位于含山县铜闸镇凌家滩村，地处裕溪河中段北岸，总面积约 160 万平方米，遗址距今 5300 年，为一处大型新石器时代晚期聚落遗址。项目采用无人机航测为技术手段，参照国家无人机航测作业规范，开展了遗址的空间数据采集，获取了遗址的校正航片、正射影像、等高线、数字高程模型和包含建筑、交通、水系等基础地理要素的数字线划图。通过项目的实施，形成了从无人机航线规划到最终 4D 产品生产完整的空间数据快速采集和处理技术方案，并将其引入我院地理信息科学和测绘工程专业两个专业的小学期实践教学上，设计了航线规划、相机操控、基于 Pix4Mapper 软件的航片预处理、点云数据处理、正射影像生产、数字高程模型生产、成果格式转换、三维模型构建等实验内容，促进了我院地理信息类学生对空间数据快速采集和处理技能的掌握。

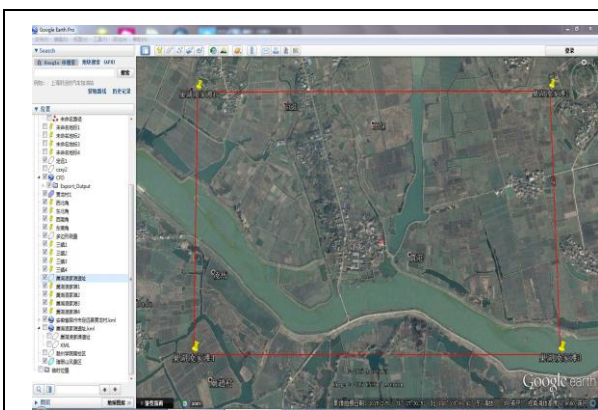


图 2-89 查看测区地形

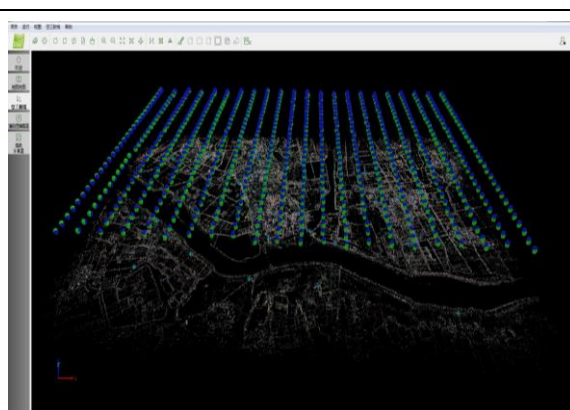


图 2-90 Pix4Mapper 航片预处理

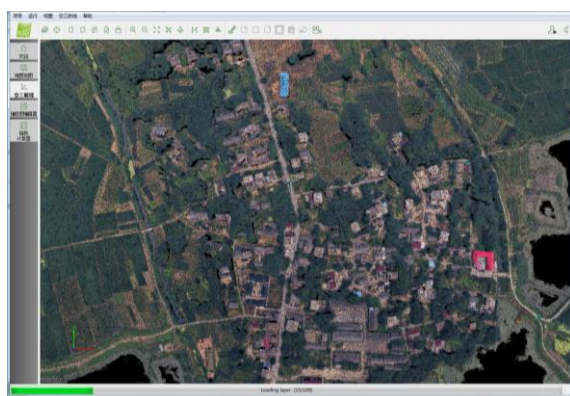


图 2-91 Pix4Mapper 点云数据处理

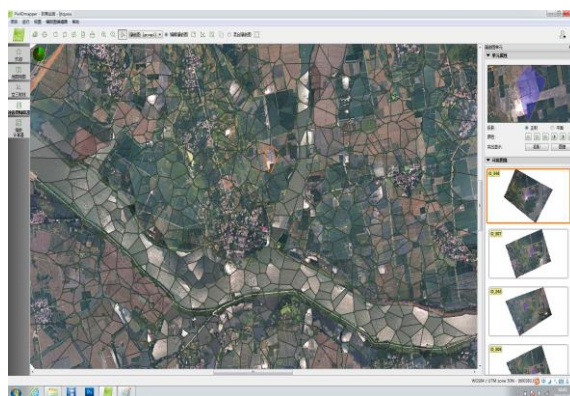


图 2-92 Pix4Mapper 正射影像生产

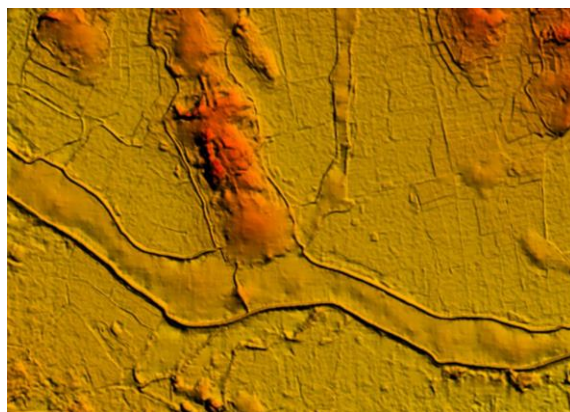


图 2-93 凌家滩遗址数字高程模型



图 2-94 凌家滩遗址数字正射影像图

(3) 基于南京城市 DEM 构建项目的实践教学

南京高精度 DEM 建设项目是以南京市江南六区主城和紫金山地区已有 1:500 数字地形图，板桥新城、仙林、新港地区已有 1:1000 数字地形图，合计约 680 km² 范围地形图数据为基础，结合《南京市 1: 500、1: 1000、1: 2000 矢量地形图数据标准（试行）》以及国家测绘相关规范，进行的南京高精度 DEM 研究与建设工作。项目建设以来，重点开展了南京市精细 DEM 的构建方案及关键技术研究，城市道路、建筑物基底、水系、小

区道路、平直面、陡坎、边坡等地块要素的数据采集、分拣及预处理工作，通过高程赋值、数据加密、分区内插，最终实现精细 DEM 构建。我院部分优秀学生参与了本项目的实施，拓宽了学生知识面，锻炼了学生分析问题解决问题的能力，另外我院将本项目的实施与小学期结合，设计了数据格式转换、数据采集、分区内插以及 DEM 构建等实验内容，促进了我院地理信息科学相关专业学生对数据快速采集和处理技能的掌握，对地形图数据及三维模型的识读能力的提升，对算法构建和计算机编程能力的增强，以及对项目完整流程的了解。

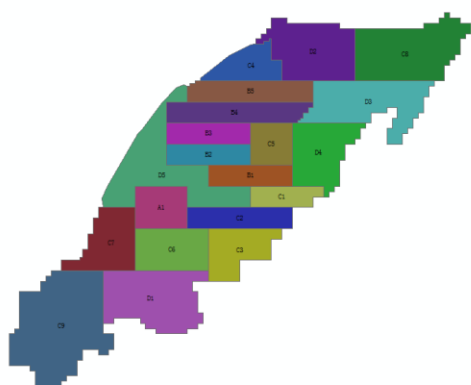


图 2-95 项目数据范围



图 2-96 建筑物基底



图 2-97 城市道路 DEM



图 2-98 地块 DEM

(4) 基于安徽省生态环境遥感调查与评估项目的实验教学

安徽省生态环境（2000-2010 年）遥感调查与评估项目是以遥感数据、基础地理信息和地面观测与调查数据为基础，综合评估安徽省生态环境质量总体特征、空间格局及十

年变化趋势。该项目数据与实施方案直接应用至学院的实践教学，实验教学内容包括多源土地利用变化遥感分析与模拟、区域森林参数协同反演与仿真实验、区域森林生物物理量协同建模与反演、大范围生态遥感估测与评价等实验教学项目，分别从土地覆被、森林、湿地、生态环境等方面进行变化监测与评价模拟实验。其中将各实验教学项目分解成土地覆被类型变化矩阵的生成、土地利用变化过程动态模拟、未来土地利用线性规划、采集区域森林参数指标、现有遥感数据的森林参数特征提取、实地调查数据与遥感特征参量建模、区域森林参数协同反演、单株立木仿真设计、反演结果仿真模拟区域森林状况、实地调查数据与遥感特征参量建模、基于遥感数据提取生态系统格局数据、多期生态指标的计算、生态环境质量各指标制图、生态环境质量的评估分析等实验内容，让学生们了解基于遥感数据和部分地面观测与调查数据，如何进行大范围的生态环境质量估测与评价，促进学生准确的理解和使用遥感数据处理技术。

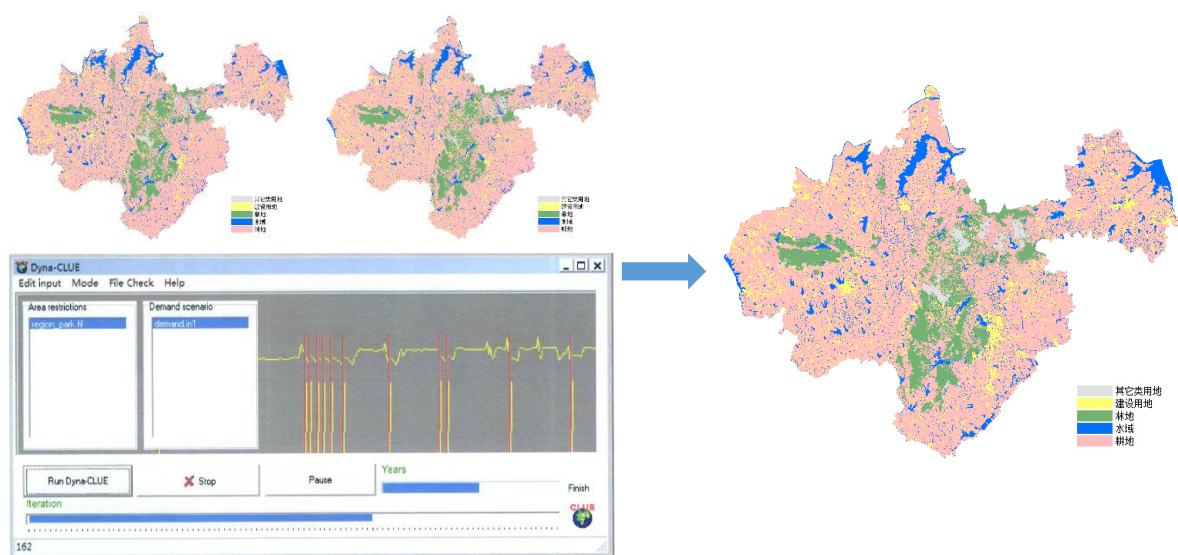


图 2-99 土地利用变化过程动态模拟实验

（5）基于景德镇三维地理场景项目的实践教学

景德镇三维地理场景项目是学院与景德镇市合作的产学研项目，该项目以江西景德镇市 1:500 大比例尺地形图数据、影像数据和数字高程模型数据为基础，参照数字城市建设、三维模型构建等国家相关规范标准，开展景德镇市三维地理场景的构建，重点对地形、建筑、交通、植被、水系等基础地理要素进行三维数据的采集与模型的构建，形成景德镇市三维地理场景。通过该项目的实施，形成了从空间数据采集与编辑、三维几何模型构建到模型渲染的整套三维地理场景构建技术方案，并将其引入至我院地理信息科

学与地理科学两个专业的校内技能训练，设计了建模单元划分与编码、DLG 数据清理整合、城市三维几何模型构建、纹理数据外业采集、景观地块建模、交通要素建模、植物要素和水系建模、建筑模型烘焙等实验内容，促进了我院地理信息类学生对三维地理要素构建技能的掌握，通过主城区三维场景构建、景德镇陶瓷民俗博物馆三维场景构建等综合实验内容加深了学生对 GIS 在三维仿真方面的认识。



图 2-100 建模单元划分与编码

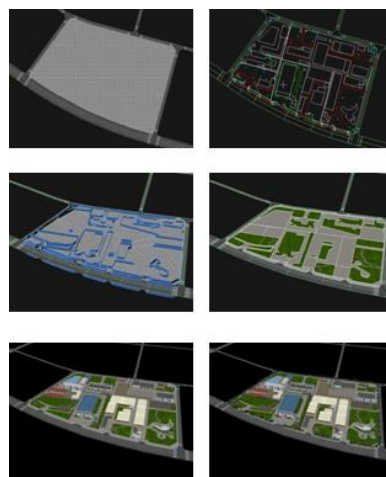


图 2-101 景观地块建模

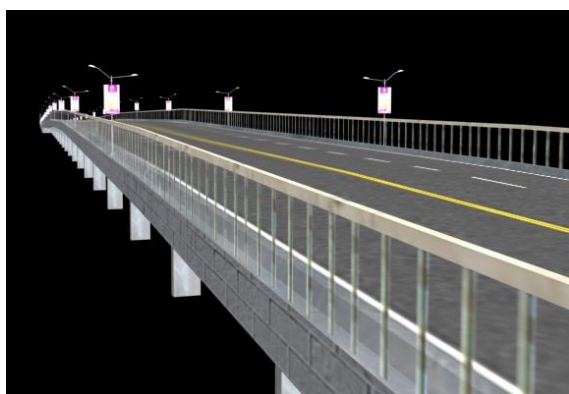


图 2-102 交通要素建模

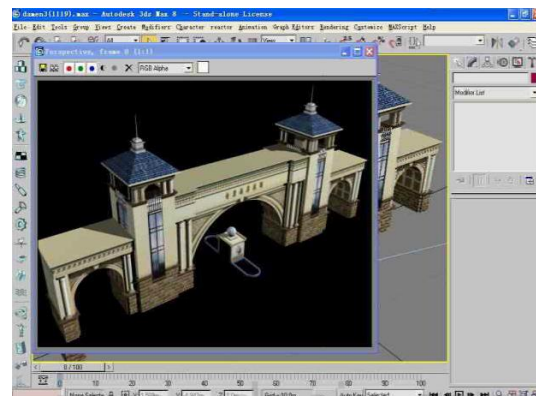


图 2-103 建筑模型烘焙



图 2-104 主城区综合三维场景构建

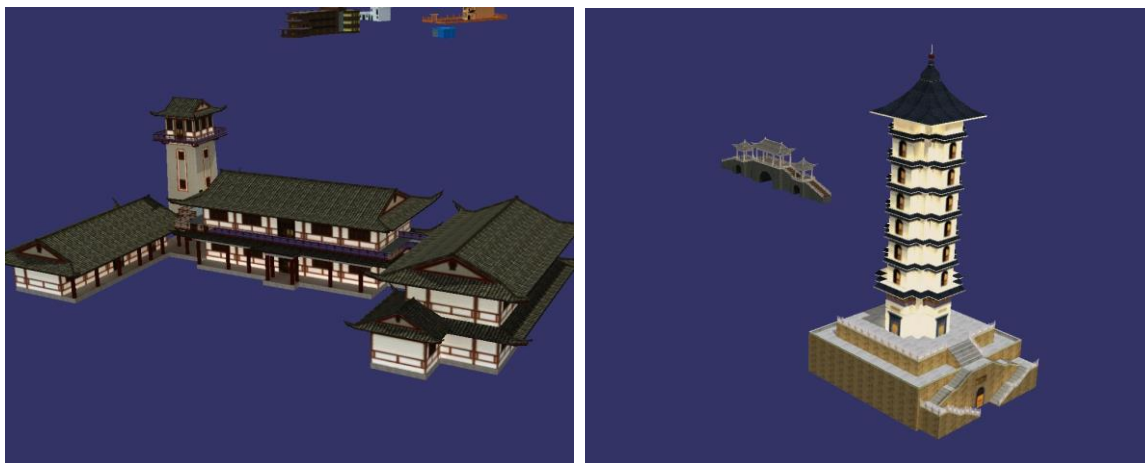


图 2-105 景德镇陶瓷民俗博物馆三维场景构建

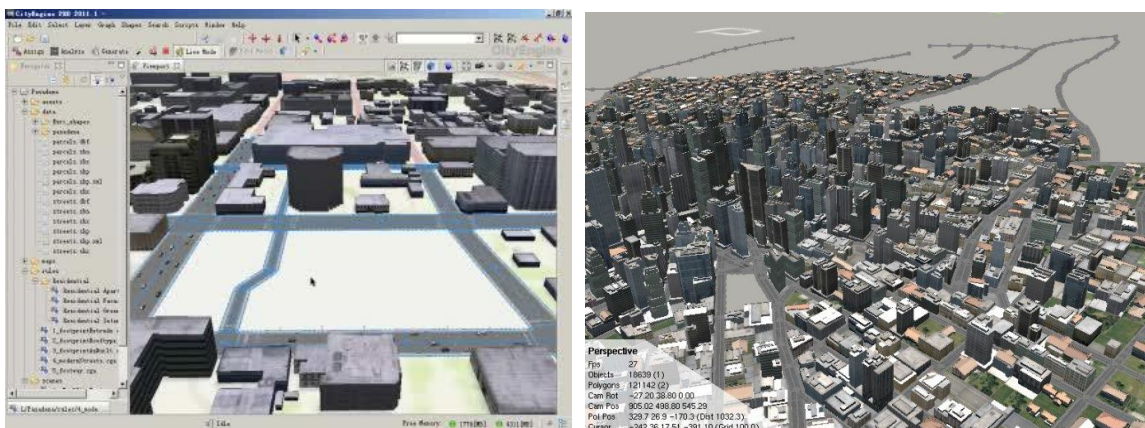


图 2-106 大规模城市模型快速构建

2.4 合作企业的概况、参与程度和合作成果

(1) 南京国图信息产业股份有限公司

南京国图信息产业股份有限公司是一家主要从事国土资源、数字城市、水利资源等领域的 GIS 软件管理平台系统开发销售、信息采集与集成和土地规划设计与咨询服务的民营科技企业。历经多年发展，已成为一家集技术研发、数据生产、技术咨询、人才培养于一体的高新技术企业。公司积累了多年的行业应用和技术研究经验，在多个领域取得了长足的发展。公司通过软件企业、高新技术企业、创新型企业、民营科技企业等多项政府部门的企业认证，通过权威机构 ISO9001、ISO27001、CMMI3 级体系认证，获得国家授予的测绘甲级资质、土地规划甲级资质等资质认证，获得省部级奖六项，厅局级奖十余项。公司培养和吸纳了众多技术人才，拥有南京市地理信息应用工程技术研究中心。目前，公司研发的空间地理信息管理和行业应用软件已日趋成熟，先后获江苏省科

技厅成果转化项目资金、省经济和信息化委员会发展引导的资金扶持，拥有 40 余项自主知识产权。2011 年，公司在南京雨花经济开发区投资建设国图地理信息产业园作为国图研发基地，将以市场需求与产业战略为导向，基于科研和人才优势，在加强产学研合作、共建创新平台、促进成果转化等方面进入全新的发展阶段。

南京国图信息产业股份有限公司在空间数据采集虚拟仿真实验平台的建设中负责协助框架的构建，同时作为安徽省地理信息集成应用协同创新中心核心协同单位，广泛参与虚拟仿真实验教学中心的空间数据资源、课程设计等教学工作。

(2) 北京东方泰坦科技股份有限公司

北京东方泰坦科技股份有限公司是一家专业从事空间信息服务的民营高科技企业，创立于 2001 年，总部位于北京市海淀区中关村高科技园区，下设合肥东方泰坦分公司。公司拥有完全自主知识产权的泰坦空间信息处理系统系列软件产品，公司以遥感图像处理、GIS、三维 GIS 技术为核心，面向政府、行业提供全面的空间信息服务解决方案，是国内最早进入遥感图像处理领域的领军企业，先后主持过“863 国家高技术发展计划”、“国家科技支撑”、“国家创新基金”、“北京市科技计划”、“中关村科技园区重大产业发展专项”等 20 余项重大科技项目。公司开国内 3S 行业企业之先河，创办“泰坦时空技术学院”，在校学生达 3000 余名，为公司大型项目实施提供强有力的人才保障。凭借完善的人才梯队和强大的技术团队，公司始终占据并保持着同行业的技术领先地位。

北京东方泰坦科技股份有限公司在地理信息科学虚拟仿真实验教学中心中主要参与遥感数据处理虚拟平台的建设工作，负责提供用于实验教学的遥感影像数据资源，并合作建设遥感数据处理虚拟平台的课程资源。

(3) 安徽美图信息科技有限公司

安徽美图信息科技有限公司是一家以自主知识产权软件产品为核心，以地理信息系统、全球定位系统、遥感和网络技术为支撑的国家高新技术企业。公司拥有“双软”认证，并拥有安徽省国土资源厅核发的测绘资质证书。主要从事外业数据采集、内业数据加工、软件研发、网络服务等。在自身强大的二、三维一体化数据处理能力基础之上，提供面向环保、林业、公安、电力、烟草、市容和市政等不同行业的地理信息系统成熟解决方案。承接了保护区 GIS 与远程监控管理平台、安徽省 PGIS 平台—车辆与手持监控管理模块、重金属污染区域调查三维可视化信息系统、区乡政务平台等项目，多年来公司在安徽地理信息行业保持着领先地位。

安徽美图信息科技有限公司主要参与地形模拟仿真平台的建设工作，与学院合作建设地形模拟仿真平台的课程资源，共同开展 GIS 应用型人才的培养工作。

(4) 滁州旅图科技有限责任公司

滁州旅图科技有限责任公司由地理信息与旅游学院毕业生创办的从事地理信息应用服务的高科技公司，公司主要从事三维场景建模、GIS 应用系统开发，同时提供空间位置服务、GIS 应用系统集成与运维服务的解决方案。公司先后承接了地名地址库检索服务平台、市级人防工程信息管理系统及其 GIS 决策支持系统、县域一张图、安徽省主体功能区规则支撑服务平台等项目，同时协助地理信息与旅游学院开展 GIS 应用技能的培训工作。

滁州旅图科技有限责任公司主要参与三维地理场景仿真平台的建设工作，负责协助学院对三维场景建模进行相关课程资源以及模型场景的构建。

2.5 目前教学资源共享的范围和效果

(1) 实验教学资源在校外的共享状况

● 安徽省应用型本科高校联盟实践教学小学期活动

2011 年以来，中心先后承办了多次安徽省应用型本科高校联盟实践教学小学期工作，组织骨干教师对来自安徽大学、安徽师范大学、铜陵学院、阜阳师范学院、池州学院、宿州学院、安徽科技学院等省内兄弟高校的学生开展了从空间数据采集、地理数据空间分析、地图可视化到三维建模的 GIS 基础应用技能培训，通过在虚拟仿真环境下的实验教学，学生们掌握了基础的 GIS 应用技能，在省内具有较好的示范效应。



图 2-107 联盟高校 2015 年实践教学小学期 GIS 基础应用技能培训班开班仪式

● 安徽省应用型本科高校联盟青年教师培训

2014 年受安徽省教育厅委托，中心承办了应用型本科高校联盟青年教师培训工作，

积极组织经验丰富的教师为省内安徽大学、安徽师范大学、宿州学院、池州学院等兄弟院校的青年教师提供了 ArcGIS 空间分析基础、ENVI 遥感数据处理、SuperMap 地图数据采集、数字地图编绘技术和数字摄影测量技术等地理信息科学虚拟仿真相关技术的教学培训，提高了兄弟高校教师的业务水平，促进了高校间教师的交流。



图 2-108 行知联盟青年教师培训班结业典礼

- 承办国家级与省级大学生 GIS 技能大赛

中心在推进应用技能培训的同时，注重 GIS 竞赛的举办，2010 年在安徽省人民政府地理信息系统工作委员会的指导下，推动并承办了首届安徽省高校 GIS 应用技能大赛，目前该项赛事已经成为安徽省高校示范性的 GIS 大学生竞赛。2012 年在中国 GIS 协会教育与科普专业委员会的指导下，中心举办了首届全国大学生 GIS 应用技能大赛，共有来自南京师范大学、中南大学、郑州大学、河海大学、南京大学、安徽师范大学等约 180 名师生参加了比赛，比赛主要在虚拟仿真环境下考查了学生对空间数据采集、空间数据处理以及空间分析技术的掌握，促进了国内高校间 GIS 学生的广泛交流。



图 2-109 首届全国大学生 GIS 技能大赛

（2）实验教学资源在校内的共享状况

● 面向多个专业的虚拟环境下实验教学

以地理信息科学虚拟仿真实验中心为依托，先后为地理信息科学、测绘工程、地理科学等专业开设了 GIS 基础应用技能、数字地形分析、遥感数字图像处理等数十门专业课程，教授了学生在虚拟仿真环境下利用 GIS、遥感软件进行空间数据的采集、分析、建模等内容，学生能够在计算机虚拟仿真平台中掌握 GIS 的专业技能。

● 实施了地理信息类专业的校内生产实践

面向高水平应用型地理信息类本科人才的培养，中心与北京东方泰坦科技股份有限公司、安徽美图信息科技有限公司等省内外知名 GIS 企业合作，从 08 年开始连续开展了多届校内小学期生产技能训练活动，推动了千余名地理信息科学、测绘工程、地理科学等地理信息类专业的校内生产实践，学生在虚拟环境下对空间数据按照行业标准进行采集与存储，夯实了学生的专业基础。



图 2-110 校内生产实践

● 实施了校企合作的校外暑期小学期活动

中心与南京国图信息产业股份有限公司、苏州工业园区测绘地理信息有限公司、江苏省金图科技有限责任公司等 GIS 企业合作，联合开展地理信息科学、测绘工程等专业的暑期校外小学期工作，学生在虚拟仿真环境下以顶岗实习的方式开展空间数据建库、GIS 软件开发、遥感影像解译等实践活动，学生的实践技能得到了较大的提升。



图 2-111 校企合作的校外暑期小学期座谈

- 组织了校内 GIS 技能大赛

中心坚持“以赛促训、以赛促学”的理念，与南京国图信息产业股份有限公司合作，举办了首届国图杯 GIS 应用技能大赛，大赛面向地理信息科学专业的大一到大四共四个年级，从数据采集与建库、地图编制、遥感应用方面带动了百余名学生参加专业竞赛，有效的推动了我院地理信息科学专业学生在虚拟仿真环境下进行 GIS 应用技能的学习。



图 2-112 首届国图杯 GIS 应用技能大赛

2.6 进一步实现共享的计划与安排

中心将在现有虚拟仿真平台基础上，在硬软件配置、教学资源开发、实践教学等方面进一步加强建设，进一步推动实验教学资源的共享，具体如下：

- 将在现有虚拟仿真平台基础上建设面向地理环境展示的虚拟地理环境展示平台，实现三维地理场景的真实感展现；
- 将在现有地理信息科学虚拟仿真实验教学中心下开发更多与应用型地理信息类人才培养相关的实验项目及虚拟平台，进一步推动中心与实践教学的融合；
- 进一步面向省内外其他兄弟高校开放虚拟仿真实验教学平台，推广联盟高校的暑期实践小学期 GIS 应用技能培训及青年教师培训，在国内同类高校中形成较好的示范；
- 进一步完善虚拟仿真实验网络教学平台的建设，实现学生能够在远程登录平台进行 GIS 应用技能、地表模拟、遥感数据处理、三维地理场景构建等实验；
- 推进 MOOC 省级教学质量工程项目，面向地理信息类专业核心课程，建设一批在线开发课程，提高教学资源远程的共享效果；
- 推进中心与国内知名企业的合作，加大校企工具虚拟仿真实验教学中心的建设力度，将企业的培训教程与方案以实验教学的方式展现至虚拟仿真实验教学平台。

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	王春	性别	男	年龄	40
	专业技术职务	副教授	学位	博士	联系固话	0550-3519108
	邮箱	wangchun93@126.com			手机号码	15155030358
	主要职责	全面负责实验中心的发展规划、建设、管理和实验教学的改革；根据教学计划及学科发展趋势，确立实验教学示范中心的发展目标；负责实验中心教师、行政人员及管理队伍的队伍建设和管理；负责实验中心资产设备管理、安全责任等各项规章制度建立和执行，实验教材编写工作的组织与协调；负责开放实验和研究性实验项目的设立、审批和验收，校外共享平台建设并与相关技术协作，行政及财务事务审批等。				
	工作经历	1997.7-2002.8 期间，就职于国家测绘局测绘标准化研究所，时任助理工程师，从事测绘标准制修订 GIS 应用系统开发工作； 2008.7-至今，在滁州学院从事 GIS 教学与科研工作，先后任 GIS 教研室主任、系主任助理、地理信息与旅游学院副院长、院长、地理信息技术研究所副所长、地理信息技术研究所所长。				
	教研科研主要成果（科研成果限填 5 项）	教学成果：获省级教学成果奖 3 项、地理信息系统国家特色专业、地理信息科学国家综合改革试点专业、地理信息系统省级教学团队、地理信息工程省级实习实训中心带头人、《GIS 基础应用技能》省级精品资源共享课程、省级规划教材《地图数据采集与编辑》、《ArcGIS 空间分析实验教程》主持人。 出版教材： 1、王春，顾留碗，李伟涛《初识地理信息系统》，科学出版社，2015.3 2、王春，李鹏，王靖《地图数据采集》，科学出版社，2015.6 获奖情况： 1、安徽省应用型本科高校联盟 GIS 实践教学小学期研究，省级教学成果二等奖，第一 2、应用型高校地理信息系统特色专业建设理论与实践，省级教学成				

		果二等奖，第三 3、GIS专业实践性环节教学研究，省级教学成果三等奖，第二 科研成果：安徽优秀科技工作者、地理信息科技进步奖一等奖（第三）、近年来主持国家自然科学基金1项、省级科研项目3项、承担了产学研服务项目十余项，并参与了863、国家自然科学基金等多个项目，第一作者发表论文12篇，SCI/EI 5篇。 主持的科学研究项目： 1、国家自然科学基金青年基金项目：DEM地形描述误差的区域差异性研究（2010-2013），项目负责人 2、国家自然科学基金青年基金项目：多源多尺度DEM地表形态精度量化分析研究（2012-2015），第二 3、国家自然科学基金面上基金项目：融合地形结构的DEM质量分析研究（2010-2012），第二 4、教育部科学技术研究重点项目：多源多尺度DEM可用性评价模型研究（2012-2013），项目负责人 5、安徽省自然科学基金项目：数字高程模型可用性量化分析研究（2014-2016），项目负责人											
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	5	12	23	22	22	28	12	0	45	62	34	
	占总人数比例	8%	19%	37%	36%	36%	45%	19%	0%	73%			
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	王春	40	博士	副教授		中心主任		专职					
2	陈泰生	33	博士	副教授		中心副主任		专职					
3	顾留碗	34	硕士	副教授		中心副主任		专职					
4	李伟涛	35	硕士	副教授		中心秘书		专职					
5	李虎	53	博士	教授		实验教师		专职					

6	费立凡	66	博士	教授	实验教师	专职
7	李霞	59	博士	教授	实验教师	专职
8	戴仕宝	45	博士	教授	实验教师	专职
9	王靖	32	博士	副教授	实验教师	专职
10	王延霞	36	博士	副教授	实验教师	专职
11	吴见	30	博士	副教授	实验教师	专职
12	周亮广	34	硕士	副教授	实验教师	专职
13	王崇	35	硕士	副教授	实验教师	专职
14	蒋文明	39	博士	讲师	实验教师	专职
15	徐建辉	37	博士	讲师	实验教师	专职
16	顾成军	37	博士	讲师	实验教师	专职
17	刘玉锋	34	博士	讲师	实验教师	专职
18	叶春	34	博士	讲师	实验教师	专职
19	王妮	31	博士	讲师	实验教师	专职
20	江岭	28	博士	讲师	实验教师	专职
21	孙勇	38	硕士	讲师	实验教师	专职
22	王凯	37	硕士	讲师	实验教师	专职
23	王丽	37	硕士	讲师	实验教师	专职
24	李鹏	35	硕士	讲师	实验教师	专职
25	邓岳川	35	硕士	讲师	实验教师	专职
26	谷双喜	35	硕士	讲师	实验教师	专职
27	李建梅	34	硕士	讲师	实验教师	专职
28	于洋	34	硕士	讲师	实验教师	专职
29	何桂芳	33	硕士	讲师	实验教师	专职
30	刘民士	32	硕士	讲师	实验教师	专职
31	刘玉婵	29	硕士	助教	实验教师	专职
32	赵文明	35	硕士	助教	实验教师	专职
33	钱如友	34	硕士	助教	实验教师	专职
34	车耀伟	29	硕士	助教	实验教师	专职
35	邓凯	29	硕士	助教	实验教师	专职
36	杨灿灿	29	硕士	助教	实验教师	专职
37	阚起源	29	硕士	助教	实验教师	专职

38	李德亮	29	硕士	助教	实验教师	专职
39	王本林	28	硕士	助教	实验教师	专职
40	陈梦琳	28	硕士	助教	实验教师	专职
41	艾泽天	34	硕士	实验师	实验师	专职
42	欧阳红寅	28	硕士	助理实验师	实验师	专职
43	杨海燕	35	硕士	助理实验师	实验师	专职
44	袁加雷	29	学士	无	实验员	专职
45	张晓庆	31	学士	无	实验员	专职
46	毕硕本	50	博士	教授	实验教师	兼职
47	苏红军	30	博士	副教授	实验教师	兼职
48	黄昌春	33	博士	副教授	实验教师	兼职
49	任娜	34	博士	副教授	实验教师	兼职
50	王美珍	32	博士	讲师	实验教师	兼职
51	胡迪	31	博士	讲师	实验教师	兼职
52	高权忠	33	学士	工程师	实验教师	兼职
53	张兵	31	学士	工程师	实验教师	兼职
54	陈海华	36	学士	工程师	实验教师	兼职
55	凡永胜	27	学士	助理工程师	实验教师	兼职
56	马倩	23	学士	助理工程师	实验教师	兼职
57	王会影	23	学士	助理工程师	实验教师	兼职
58	王阳	26	学士	助理工程师	实验教师	兼职
59	王刚	25	学士	助理工程师	实验教师	兼职
60	王涛	25	学士	助理工程师	实验教师	兼职
61	杨鹏	26	学士	助理工程师	实验教师	兼职
62	徐静	24	硕士	助理工程师	实验教师	兼职

3.4 虚拟仿真实验教学队伍实验教学水平和成果

按照“开放办学、注重实践、专兼结合、优势互补”的团队建设思路，初步建成了一支由 45 名专职教师和 17 名外聘教师，以中青年教师和技术人员为主体的集教学经验丰富的理论课教师、实验教师、实验技术人员、平台技术研发人员等四位一体的虚拟仿真实验教学队伍，核心骨干稳定，热爱实践教学，教育理念先进，学术水平高，教学科研能力强，服务意识坚定，实践经验丰富，熟悉实验技术，勇于创新的，职称结构、学

历结构、年龄结构合理的虚拟仿真实验教学团队。

团队人员不仅具有多年实践教学经验，在指导学生科研、竞赛、项目申报等方面育人成果显著，而且在地理信息科学研究领域获得了一批原创性的教学科研成果，获批包括国家级特色专业、国家综合改革试点专业等质量工程项目 20 余项，主持国家重大科技专项子项目 2 项，国家自然科学基金 5 项，教育部科学技术研究重点项目 1 项，安徽省自然科学基金 4 项，厅级课题数十项，自 2002 年以来在国外和国家重点学术刊物上发表论文共 200 余篇，其中被 SCI、EI 检索 20 余篇。中心的产学研结合、技术产品研发和社会服务成绩斐然，承担各级产学研项目 50 余项。

4. 管理与共享平台

4.1 校园网络及教学信息化平台（平台水平、主要功能）

滁州学院校园网经过多年的建设，形成了由学校主网站、新闻网、精品课程网、网上教室、招生网、就业网等为主体的各类专题网站以及各院（部）网站共 100 多个，形成了本科教育、学校宣传、信息交流和办公自动化的网站群。校园网拥有防火墙、杀毒中心、计费 and 用户管理、网络流量监控系统、UPS、动力环境监控、消防等网络安全和运维系统；开展了办公及教学计算机操作系统及办公软件的正版化工作，学校制定了校园网建设、管理、运行等管理制度，保障了校园网平稳运行。

目前，琅琊及会峰两个校区已经形成一校两区“一网”格局，实现了网络全覆盖。校园网采用核心、汇聚、接入三层网络结构，两校区万兆光纤连接，千兆到楼、百兆交换到桌面。拥有路由器、交换机等各类网络设备 700 余台，各类服务器、存储设备 70 余台，存储能力约 90TB，校园网络资产超过 2500 万元，初步形成了数字化校园的基础架构。学校建设了弱电地下管道 30 公里，铺设光缆 24 公里，单模光缆到楼率达 100%。办公网通过 34M 教育网、200M 电信、200M 联通网络出口接入 Internet，学生宿舍通过 8G 电信出口、1G 移动出口、1G 联通出口接入 Internet。网站的主要功能有基础网络服务和业务系统。基础网络服务主要包括 WWW、E-Mail、数字图书馆、网络计费、教育行政办公、网络教学平台、精品课程资源共享、网上招生、FTP 等。业务系统主要是校职能部门的办公业务系统，有效的支持学校的管理工作。基于校园网的实验室信息化管理平台实现了实验室信息管理、大型仪器共享、实验室监控等功能，学生可以网上预约，完成实验项目，实现实验室的开放式管理。

4.2 网络管理与安全

中心的网站部署在学校网络中心服务器上，依托校园网及云数据中心的存储系统、计算资源系统、安全防护系统等，全面实现网络的运营、管理与维护。为本中心基于校园网的共享与应用提供了高速、可靠、安全的信息基础设施。

中心采取了完善严密的安全管理措施，对接入用户的 IP 进行严格限制，仅授权的管理人员可以从外网进入系统，有效防御外网和用户对中心虚拟仿真实验教学系统的攻击和入侵。同时中心还制定了严格的用户身份管理、认证和授权管理。具有防病毒、信息过滤和入侵检测功能，实现了网络安全运行、管理和维护，为实验教学提供了安全保障。

5. 条件保障

5.1 虚拟仿真实验教学中心基础条件（仪器设备配置情况、环境、运行与维护等）

（1）仪器设备配置情况

项目依托单位地理信息与旅游学院高度重视虚拟仿真实验教学工作，借助地理信息系统国家级特色专业、国家级综合改革试点专业、地理信息工程省级示范实习实训中心、地方性高校地理信息系统专业省级应用型人才培养实验区等项目建设，先后投入经费约 2000 万元用于实验教学建设。目前中心仪器设备配置齐全，已具备良好的软硬件条件，通过对专业实验资源的合理配置与优化组合，面向全校师生提供了高质量的综合仿真实验、实习和实训项目，实现了实验教学、实践教学、社会服务等多项功能，仪器设备利用率在 95%以上，实验教学条件在全省 GIS 学科处于领先水平。

中心现拥有虚拟仿真各类仪器设备和软件两千余台（套），其中大型仪器设备 12 台（套）。已建成或拥有无人机航摄遥感系统、无人机作业及应急保障系统、大幅面数字化仪、无人机自驾仪、工程扫描仪、工程绘图仪、全数字摄影测量工作站等硬件设备，以及专题地图制图软件、航测数据快速处理系统、地理环境虚拟软件及数字图像处理软件等软件。此外建设了高端服务器、磁盘阵列、多核计算机等高端设备的“区域资源环境基础地理数据集成与共享服务平台”，为地理信息科学虚拟仿真实验教学提供数据支撑。中心大部分仪器设备处于国内先进水平，不断逐步更新换代，每年定时对设备保养维护，软硬件设备的更新率达年均 30%以上。

（2）中心环境建设情况

地理信息科学虚拟仿真实验教学中心总面积约 2000m²，目前设有空间数据集成实验室、空间数据采集、GIS 应用技能训练实验室、数字摄影测量实验室、地图印制实验室

等十余个专业实验室，结构布局科学合理，环境建设良好，对各实验室进行以局域网架构为基础的网络集中管理，已实现较高水平的智能化开放管理。中心各实验室水、电、网、管设计到位，设施完好，各项环境指标均符合国家环保要求。

（3）中心运行与维护情况

● 管理制度完备

中心在学校统一指导下由地理信息与旅游学院具体负责相关专业和课程的实验教学和实验项目开发。实验中心建设必须与学科建设和专业建设紧密结合，在资金投入、建设规划、教学安排等方面进行统一管理。严格执行学校实验实训中心的相关实验室管理规定，对实验中心全面实施制度化管理，实行专人值班制度和安全生产责任制，值班教师有明确的安全检查的职责，定期检查安全设施，保障大型仪器设备、软件的及时更新升级，及时排除安全隐患，并每天都有相关安全记录，实验资源使用情况记录册完备。同时保障人员安全和实验室整洁，有效地保证了实验中心的正常运行。

● 运行过程可控

中心严把实验教学与实践教学质量，保证各实验室加强教学过程和教学质量的检查监控，建立实验教学的质量评估标准，进行实验教学评估，结合学生对实验教学质量的评价，对实验教学做出综合评价，学院会同学校教务处及时解决实验教学中存在的问题。

● 维护经费足额到位

中心运行经费投入制度化，严格按照国家财政部、省财政厅、学校财务的相关规定，通过科研成果转化、社会服务项目、虚拟仿真实验成果等收益按比例投入到实验中心仪器设备维护、维修经费中，问题设备得到及时的维修，低值易耗品得到及时的补充，为实验教学中心的正常运行提供有效地保障。

5.2 虚拟仿真实验教学中心管理体系（组织保障、制度保障、管理规范等）

（1）组织保障：

中心实行实验教学指导委员会指导下的主任负责制。实验教学指导委员会由教授和企事业单位工程师组成，负责进行实验中心的建设方案论证及实验教学研究。实验中心设中心主任 1 名，在中心建设领导小组的领导下全面负责中心的发展规划及建设、实验教学和人力资源安排、资产设备管理、行政及财务事务审批等；副主任 2 名，负责实验中心建设项目和大型仪器设备管理；中心秘书 1 名，负责中心网站建设和维护、日常事务、相关实验活动协调等；实验师 3 名，负责技术保障、实验教学资源准备及配置；实

验员 2 名，负责仪器维护维修。实验中心教师负责所承担课程的教学与教学改革，以及实验项目、技能比赛、开放实验教学等指导工作。全部中心人员实行公开竞聘上岗、竞争上岗，实施岗位责任制，定期考核的管理机制，优化资源配置，实现了对中心人员、设备、教学、科研的全面、优质、高效的管理，使得人尽其才、物尽其用。

表 5-1 地理信息科学虚拟仿真实验教学中心实验教学指导委员会

序号	姓名	单位职务	职称	指导委员会职务
1	闫国年	南京师范大学虚拟地理环境教育部重点实验室主任	教授	主任
2	汤国安	南京师范大学地理科学学院院长	教授	成员
3	童小华	同济大学测绘与地理信息学院院长	教授	成员
4	邱新法	南京信息工程大学应用气象学院院长	教授	成员
5	吴艳兰	安徽大学资源与环境工程学院副院长	教授	成员
6	王波	江苏地质勘查技术院副院长、总工程师	教授级高工	成员
7	蒋春曦	安徽省地理信息中心主任	高工	成员
8	王履华	南京国图信息产业股份有限公司副总裁	高工	成员
9	谭靖	北京东方泰坦科技股份有限公司副总经理	高工	成员

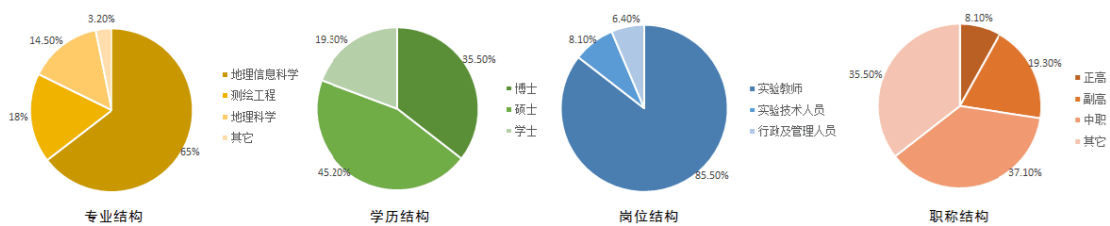


图 5-1 中心人员结构组成

(2) 制度保障

为了使中心实验教学更加规范化，促进教学资源有效汇聚、充分使用，提高学生的学习兴趣 and 创新能力，规范实验教学过程，中心着力构建和完善实验建设、教学、管理、考核、安全卫生等方面的工作机制，并形成制度保障。

- 学校制定了关于实验室的管理规章制度，从实验室设置、工作规程、安全管理、仪器管理、人员守则、开放管理等方面来规范、保障实验教学工作，有利于实验教学资源的规范化管理。同时加大中心各种教学资源的开放共享，提高资源使用效率。
- 学校优先支持中心对实验场地、实验条件、仪器设备进行合理配置和适时更新，并在人力资源等诸多方面给予保障。不仅学校设置中心建设专项经费，中心还将多方面筹措资金，争取更多的上级财政项目和企业共建项目，形成多渠道的经费保障体系，充分保障实验教学中心建设的顺利实施和完成。
- 对于经费的使用，根据国家财政部、安徽省财政厅有关专项资金和项目的管理办法以及学校制定的相关管理规章制度、仪器设备采购制度等是实验中心经费使用的政策依据，由学校财务处统一管理，规范经费使用流程，保障经费安全有效使用。

(3) 管理规范：

为提高教学质量、规范实验教学秩序，地理信息科学虚拟仿真实验教学中心建立了较为完善的管理体系，形成了学校教学督导、中心建设领导小组督导等全方位的教学质量监督体系。实行中心主任负责制，主任统筹实验教学资源和相关教育资源，实现实验教育资源共享，完善发展规划及建设、实验教学和人力资源安排、设备管理、行政及财务事务审批等规章制度，规范实验流程，强化标准化、现代化管理，落实岗位责任制。

依据规章制度，实验中心采取经费管理、教师教学管理、教学资源管理、实验教学管理、学生实验管理、实验项目申报、仿真技能比赛、校企合作管理、教学资源开放管理等多方面分类管理模式，有效保障经费使用安全、有效，避免仪器设备的重复购置。通过虚拟仿真中心能够鼓励大学生利用中心平台进行自主学习，开展认知性方法性实验、综合设计性实验、研究创新性实验、专业实践活动以及技能比赛等项目，同时对教师实验教学改革、论文发表、实验学项目申请、科研工作开展等工作提供规范化保障，并有利于实验教学资源的开放、共享与管理。

5.3 虚拟仿真实验教学中心经费来源及使用情况

(1) 经费来源

为打造国内应用型本科高校示范性地理信息科学虚拟仿真实验教学中心，未来三年计划投入 3400 万元用于中心的建设，列表如下：

安徽省支持本科高校发展能力提升计划提供经费 900 万元

安徽省高等教育振兴计划提供经费 900 万元

中央财政支持地方高校发展项目 600 万元

国家级综合改革试点项目提供经费 100 万元

地方应用型高水平大学建设项目提供经费 300 万元

安徽省地理信息集成应用协同创新中心提供经费 600 万元

(2) 经费使用规划

硬件建设：1000 万

软件购置、信息平台建设等：500 万

实验室改造与设备维护：500 万

数据处理、软件测试等：300 万

外出调研差旅：600 万

共享课程及资源建设：300 万

学生劳务费：150 万

其他费用：50 万

6. 学校和教育主管部门意见

学校意见	负责人签字 (公章) 年 月 日
教育主管 部门意见	负责人签字 (公章) 年 月 日