引文格式：苏伟,黄健熙,杨建宇,等. 信息技术加持的遥感数字影像处理立体教学模式及实践[J]. 地理空间信息, 2025, 23(2): 124-127. doi:10.3969/j.issn. 1672-4623.2025.02.028

信息技术加持的遥感数字影像处理立体教学模式及实践

苏　伟[1]，黄健熙[1]，杨建宇[1]，曾也鲁[1]，李雪草[1]，赵瑞春[1]
（1. 中国农业大学 土地科学与技术学院， 北京 100083）

摘　要：为了解决《遥感数字影像处理》课堂教学中原理讲解“遥不可测”、实践受仪器昂贵和场地限制的问题，探索并设计了在教学过程利用基于信息技术开发的“在线课程理论教学+虚拟仿真实践教学+百度智能云实训平台”的立体教学模式，“搅动”课堂、激发学生的创新兴趣，并通过国产高分卫星影像处理方法的讲解与在黑土地保护性耕作区的实验应用潜移默化地融入课程思政，所探索的创新教学方法可在达到遥感图像处理类课堂高达成度的同时，提高学生的创新能力与解决实际复杂问题的能力。

关键词：信息技术；遥感数字影像处理；在线课程；虚拟仿真实验；百度智能云实训平台；立体教学模式
中图分类号：P237　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2025）02-0124-04

Pedagogies of Remote Sensing Digital Image Processing Supported by Information Technologies

SU Wei[1], HUANG Jianxi[1], YANG Jianyu[1], ZENG Yelu[1], LI Xuecao[1], ZHAO Ruichun[1]
(1. College of Land Science and Technology, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: For alleviating the problems of “remote sensing is impossible to measure” and the practice is limited by expensive instruments and space in the teaching process of Remote Sensing Digital Image Processing, we explored a multi-dimensional teaching mode in this study including “online teaching of theory + virtual simulating practice + training platform of Baidu AI cloud platform”. We used the varied teaching ways in the whole course of Remote Sensing Digital Image Processing. Moreover, through the explanation of Gaofen satellite image processing method in China and the experimental application in the black land conservation farming area, we imperceptibly integrated the ideological and political into the course. The innovative teaching methods explored in this paper will achieve the high achievement of Remote Sensing Digital Image Processing, and improve the innovation ability and problem-solving ability of students.

Key words: information technology, remote sensing digital image processing, online course, virtual and simulated experiment, Baidu AI cloud platform, multi-dimensional teaching mode

伴随高新技术的发展，遥感技术已从科学走向生活，并在潜移默化地影响乃至改变我们的生活方式。遥感是快速获取大面积范围内地物信息的最有效技术手段，在农业、林业、地质、水文、城市与区域开发、海洋、气象、测绘等科学和国民经济的重大发展，发挥着越来越大的作用[1-3]。《遥感数字影像处理》课程内容包括遥感数字影像预处理方法、影像增强和融合方法、遥感的农业应用三部分，课程讲授是以解决实际遥感应用为出发点，挖掘遥感的无限价值、体会遥感之美。以农作物种植面积提取和农作物长势监测为突破口，将所学的遥感影像预处理、增强和融合方法具体应用于作物种植面积提取、长势监测等农业应用问题中是在农业院校开展该课程的目标[4]。

当代大学生是信息时代的原住民，互联网为新时代的他们烙下深刻印记，他们自带网络基因，具有很强的信息检索、分析、处理和创造使用能力。在这种信息爆炸、科学技术高速发展的新时代，对于大学生的培养不能再是满堂灌的传统模式，需要因势利导、借助现代信息技术的优势，“搅动”大学课程的理论教学和实践教学，变学生的被动信息获取方式为主动信息探究式学习。因此，课程团队设计并探索如何在《遥感数字影像处理》课堂教学过程中，借助已经建设的MOOC在线课程理论教学+虚拟仿真实验教学+百度云实训平台，充分利用互联网、大数据、云平台处理等现代信息技术优势，“搅动”《遥感数字影像处理》课程教学，从而达到培养学生具有科技创新能力、三农情怀、信息时代科学素养的目标（图1）。

项目来源：国家自然科学基金面上项目（42171331）。
第一作者简介：苏伟（1979—），教授，博士生导师，研究方向为农业遥感，E-mail：suwei@cau.edu.cn。



图1　通过现代信息技术搅动课堂培养学生的科学素养

1　课程内容重构

以“以学科大概念为核心，使课程内容结构化，以主题为引领，使课程内容情境化”的核心素养培养要求为指导，以培养学生的创新能力为中心，从4个方面进行教学内容重构：遥感影像是怎么得到的、有什么特征、如何再现地物信息、如何得到地物信息。

1）遥感影像是怎么得到的。回顾国内外遥感影像的获取历史，梳理遥感影像处理技术的发展脉络；总结遥感影像处理技术的发展潜力和新技术增长点，为挖掘遥感科学内涵、创新遥感影像处理方法和拓展行业应用奠定坚实的理论基础[4]。

2）如何对遥感影像特征进行数学刻画。揭示遥感影像的特征内涵（影像彩色合成、影像数据格式、影像的单波段和多波段特征表达），利用所学的高等数学、概率统计方法刻画遥感影像的特征，为遥感影像信息挖掘、分析与应用提供方法基础[5-9]。

3）如何量化影像的不确定性，再现地物信息。从物理学、测量学的角度分别量化遥感影像的辐射不确定性、几何不确定性，归纳去除或减轻遥感影像辐射误差和几何误差的方法，为遥感行业应用提供准确的遥感数据基础[10]。

4）以土地创新和智慧农业行业应用设置教学情境，挖掘遥感影像上的地物信息。以土地覆被类型分类、农作物长势监测为应用主题，设置遥感影像分类、作物冠层参数提取、土壤水分提取教学情境，开展遥感影像非监督与监督分类、深度学习方法、植被指数构建、植被辐射传输模型内容教学，挖掘具有鲜明行业特色的遥感应用问题，培养学生的三农情怀。

2　信息技术加持课题教学的方法创新探索

2.1　归纳遥感应用原理及内涵

利用在线课程的理论讲解，归纳遥感应用的原理与内涵。课程团队建成了《遥感数字影像处理与农业应用》在线课程（图2），在中国大学MOOC上开展了6个学期的教学服务（https://www.icourse163.org/course/CAU-1205933806），并提出了通览全局、关注细部、实践升华的三步学习法。在对本校学生该课程的讲授中，充分利用在线课程理论教学的优势，融合现场课堂教学通览全局、关注细部、借鉴讨论区的他山之石：①通览全局，了解课程知识框架，知其然但不必究其细节，了解课程的大地学背景；②借助在线教学抽象遥感机理形象模拟、能够重复观看、再现关键推导过程等优势深入学习经典算法，吃透每个知识点，让书本知识变厚；③查看评论区的优秀问题，引发学生对遥感影像处理问题的深入思考。

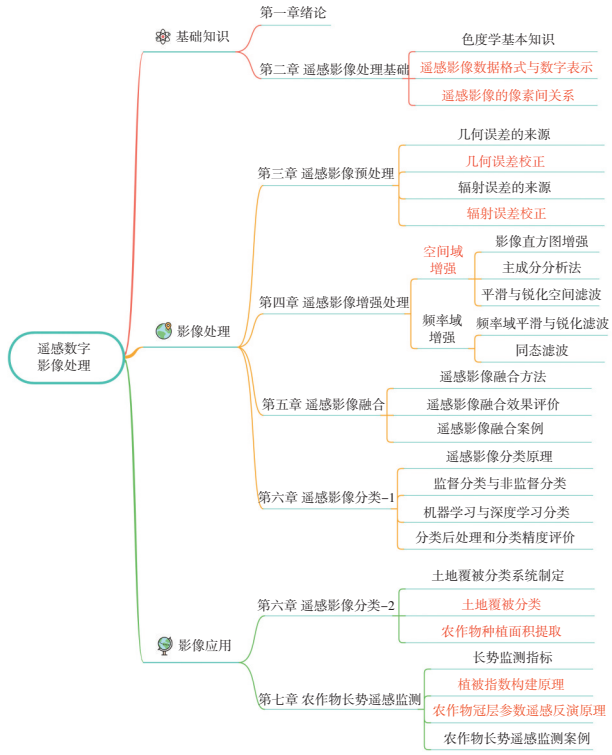


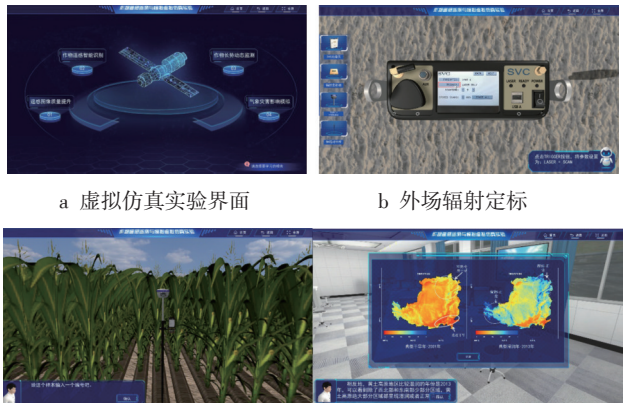
图2　遥感数字影像处理课程内容体系

以2021年秋季学期地信191班学生的学习过程为例，探索如何让学生在利用在线课程进行课程通览全局这一步的教学方法。在第一章绪论和第二章遥感影像处理基础相关知识讲解过程中，一改往年通过让同学们编写遥感影像读取程序、计算影像纹理特征与统计特征的动手操作要求，改为让同学们通览在线课程全局内容，了解课程知识框架后，学生自由组合分组通过遥感手段介绍自己的家乡或者国内外某一地点。全班30名学生自由组合分7组后提交了遥看家乡、北京大兴机场、疫情期间的变化的微信公众号推送报告，借助遥感的“上帝”视角观察地球上地物的变化。学生们为了让自己的报告更具吸引力和专业性，准备报告的过程中做了比影像读取、影像特征计算等

更多工作量的学习；通过这个过程还激发了学生将遥感加以应用的动力和兴趣。

2.2 拓展遥感应用外延

借助虚拟仿真实验平台，解决实验困境，拓展遥感应用的外延。聚焦遥感影像处理课程教学实践中的真实“问题”，探索如何利用虚拟仿真实验平台资源解决实验困境（图3）。



a 虚拟仿真实验界面　b 外场辐射定标

c 土地覆被分类　d 农作物干旱监测

图3 虚拟仿真实验平台及部分解决实验难点的案例

拓展遥感应用的外延，在教学过程中探索建立的遥感图像处理虚拟仿真实验资源（该资源的上线网址为 https://www.zhihuishu.com/virtual_portals_h5/virtualExperiment.html#/indexPage?courseId=2000075364），学生可以参与所有实验。教学实践中的问题包括：① 外场绝对辐射定标仪器昂贵、实验场地难以到达，不易让学生实际参与；② 影像几何校正、分类训练样本的选择略显枯燥、繁琐，难以激发学生兴趣；③ 学生缺乏对行业的专业认知，针对土地、农业等行业应用内容抽象，信息挖掘程度低等问题。

针对上述遥感应用实验困境，在虚拟仿真实验中解决方法如下：① 借助虚拟环境突破实验场地的限制，通过创建外场绝对辐射定标三维场景，还原辐射定标中地物光谱测量过程，让学生熟悉辐射定标参数测量过程；② 通过建立基于游戏场景的控制点选取、土地覆被分类样本选取全过程，激发学生的兴趣与创造力；③ 引入行业专业知识，通过土地覆被变化模拟、作物干旱监测和长势监测，展现深度挖掘策略。通过这种实验方式让学生身临其境地参与外场绝对辐射定标过程，以游戏场景激发学生兴趣，以土地创新和智慧农业应用突显行业应用特色，从而解决遥感应用实践教学中一直存在的难点与痛点。

2.3 实现创新应用

利用遥感云平台，锻炼学生动手能力，实现遥感创新应用。在理论学习、虚拟仿真平台实践的基础上，课程团队基于百度飞桨 AI Studio 在线一体化学习与实训教育平台开发了实验云平台资源（https://aistudio.baidu.com/aistudio/education/teacher/management/24635），学生可以基于课程学习中给出的启发性问题和引导性问题，利用所学的具体算法，在云平台上进行实战训练。团队所开发的教学平台中提供了与在线 MOOC 课程一致的教程，平台代码编写环境为可以运行在 Windows、Mac 和各种 Linux/Unix 系统的跨平台 Python 编程语言，学生所编写的代码可移植性好；教程和样例代码均由本教学团队的教师开发，可以无缝衔接。此外，在进行基于深度学习的土地覆被分类实验中，教学团队将高质量的数据集共享于该平台上，学生能很容易获取到；因为是在云平台上开展实战训练，学生可以使用云端的超强运算及存储资源进行大体量数据集的模型训练，从而很好地解决了传统遥感影像处理实验中算力不足的问题。通过基于云平台的遥感影像处理实战训练，激发了学生的学习兴趣，很好地提高了学生的创新能力。

3 探索如何融入课程思政元素

1）通过 MOOC 在线课程的理论讲解，潜移默化的进行思政教育。将课程知识点与思政教育契合：在讲授遥感影像分类与变化监测时，利用时序遥感影像监测疫情前后的变化、讲战“疫”故事；以影像定量反演知识点引发学生对如何利用遥感技术量化全球变化，服务于国家政策与外交活动；以遥感探秘碳吸收和碳排放问题，激发学生对国内外时政问题的关注、点燃学生对地球的热爱，增强环境保护意识（图4）。

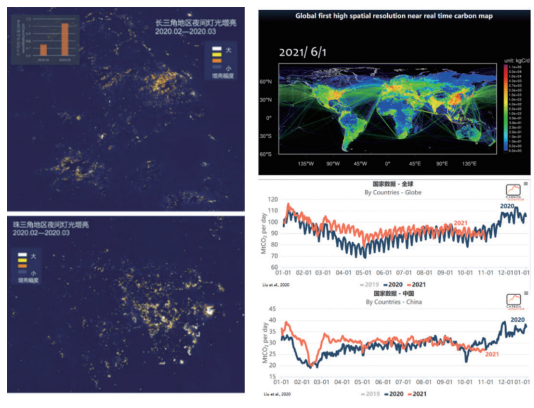


图4 思政教育融入课程讲授的案例

2）通过虚拟仿真实验平台开展课程实践，将文化自信融入学生思想。在课程实验中全部使用具有我国自主产权的国产卫星影像，通过对国产环境减灾系列、高分系列卫星影像成像机理与影像获取能力、分辨率优势的介绍与实验实践，彰显我国的航天实力，激发

民族自豪感；实验所选择的实验区为吉林省梨树县，通过对梨树县土地覆被信息提取、玉米及秸秆覆盖信息提取，让学生了解我们学校的科研优势，彰显我校在乡村振兴、美丽乡村建设中的实力；实验案例中加入团队的老师作为国务院核查专家组成员在河南省、山西省、陕西省洪涝灾害现场一线核查工作，彰显遥感监测的力量与我们学校在农业遥感领域的重要性。这样，通过一系列的我国自主产权遥感卫星影像处理和我校有影响力的遥感监测实践，将文化自信融入学生思想。

4　教学评价改革探索

将“在线课程+虚拟仿真实验+云平台遥感实验”的现代信息技术，搅动课堂教学的效果评价是通过平台的评价系统，并将理论评价和实验评价以6∶4的比例计算最终教学效果。

4.1　基于中国大学MOOC在线平台的教学效果评价

评分标准：测验成绩100分=单元测验60分+期末测验30分+课程讨论10分。其中，单元测验和期末测验为客观题，以单题分值计算；课程讨论以活跃度或者内容质量进行评判。其中，活跃度是以学生在“课堂交流区”有效回复老师发起的讨论贴数量进行考核，学生有效回帖后，系统自动计分并核算进总成绩；内容质量是学生有效回复老师发起的讨论贴，且被赞数达到考核数量，系统自动计分并核算进总成绩。

题型设置：包括单元测验设置和单元作业设置，包括主观题和客观题，用于单元测验、单元作业、课程考试的编排。

总分及成绩设置：课程评价结果采用百分制计分，3种题型的计算方式为：

① 单元测验（60）：每次测验包括5道题，题目类型涉及单选、多选、判断题、填空题。

② 期末考试（30）：客观题（判断题、选择题）。

③ 课程讨论（10）：每个教学单元均会发布1~2道讨论题，每参与一次讨论记2分。

团队建设的在线课程《遥感数字影像处理与农业应用》，目前已上线6个学期，每学期选课人数1 500人左右，选课学员给予了“价值不菲”等很高的评价；本校该课程的教学评价每年都在90分以上（图5）。

4.2　基于百度云AI Studio实训平台的实验效果评价

实验课后作业及实验要求在实训平台上实时发布，学生通过系统提交作业。课程团队的老师通过线上审批相关的作业内容并给出课堂分数，有效提高了教学工作效率；同时课程的所有过程形成的文件均会在线记录，避免了相关材料丢失，也能够开展进一步优化和完善。



图5　在线课程学生评价

5　结　语

本文提出的利用“在线课程理论教学+虚拟仿真实践教学+百度实训云平台”立体教学“搅动”课堂的做法，是基于团队已建成的在中国大学MOOC平台、国家虚拟仿真实验教学课程共享平台、百度飞桨Ai Studio人工智能学习与实训平台在线教学资源进行，因具有鲜明的农业应用特色，吸引了来自全国400多家单位的学生、科研人员学习该门课程，包括地方高等院校、科研单位，该教学模式和方法具有很强辐射推广价值。

参考文献

[1] 胡德勇，邓磊，林文鹏，等. 遥感图像处理原理和方法 [M]. 北京:测绘出版社，2014

[2] 朱文泉，林文鹏. 遥感数字图像处理—原理与方法(第二版)[M]. 北京:高等教育出版社出版，2022

[3] 韦玉春. 遥感数字图像处理教程(第三版)[M]. 北京:科学出版社，2019

[4] 严泰来，王鹏新. 遥感技术与农业应用[M]. 北京:中国农业大学出版社，2008

[5] 赵英时.遥感应用分析原理与方法[M]. 北京:科学出版社，2003

[6] Jensen J R. 遥感数字影像处理导论(第三版)[M].北京:科学出版社，2007

[7] Castleman K R. Digital Image Processing [M].2nd Edition, Prentice-Hall, 2002

[8] Gonzalez R C, Woods R E. Digital Image Processing [M]. Prentice Hall, 2002

[9] Rosenfeld R, Kak A C. Digital Picture Processing [M].2nd Edition, Academic Press, 1982

[10] 胡德勇，赵文吉，邓磊，等. 遥感图像处理原理和方法实习教程[M]. 北京:首都师范大学出版社，2014