

综合型启发式教学的研究与实践

——以高光谱遥感课程为例

西安科技大学 苏远超 竞霞 刘英 史晓亮

西安航天宏图信息技术有限公司 白晋颖

摘要: 为响应新工科建设,培养测绘类综合型人才,西安科技大学测绘科学与技术学院为学生开设高光谱遥感课程。然而,传统教学模式在本课程的实践教学遇到了两个主要问题:其一,微观到宏观的地理化特性颠覆了学生对原先遥感技术的认知,加重了学习成本,难以引起学生的学习兴趣;其二,理论教学严重滞后于当前技术的工程应用,课程实践与技术发展相脱节。针对上述问题,学院从课程理论、成果产出和效果检验三方面出发,推出了一套“理论学习+专业竞赛+科研产出”的综合型启发式教学模式。新模式以理论教学为基础,以竞赛拓展为补充,组织学生成立兴趣小组参与研究型课题,并选拔优秀学生参加科技学术竞赛。新模式课程教学不仅能引导学生运用所学知识解决实际问题,培养学生创新思维和探索精神,增强学生自信心,树立正确的价值导向,而且能提升学生整体的学习积极性,提升学生的课堂学习兴趣。

关键词: 教学创新; 综合型启发式育人; 高光谱遥感课程

高光谱遥感是遥感科学领域一项新兴的对地观测综合技术,它结合了传统遥感的成像技术与物理学的光谱分析技术,实现了“图谱合一”^[1-3]。近年来,我国遥感技术的软硬件均已逐渐达到国际先进水平^[4,5]。伴随着商用卫星与无人机平台的普及,高光谱遥感空谱信息提取已成为我国社会主义新时代实现量化对地观测的重要技术,也是新时代测绘类专业学生应该了解和掌握的一项综合性科学^[6,7]。

一、教学问题与思考分析

西安科技大学测绘科学与技术学

院自开设《高光谱遥感》课程以来,每学年的授课学生在60人以上。然而,我们在教学实践中发现,虽然如今的高光谱遥感在航空航天和人工智能技术的促进下发展迅猛,但是采用传统授课模式很难使学生跟上地表信息提取技术发展的浪潮。具体表现为:高光谱遥感的成像理论涉及了地物从微观到宏观的理化特性,过程复杂,从而增加了这门课程的学习难度,导致很多学生上完第一堂课后便失去了对本课程的学习兴趣;此外,理论教学严重滞后于当前高光谱遥感在地球科

学方面的实际应用，学生在学习课程一段时间之后，仍然很难有效利用所学知识去处理获取地表信息时遇到的实际问题，导致很多学生认为这门课程的实用价值低，逐渐失去课堂学习兴趣。

对于教学过程中遇到的上述问题，测绘科学与技术学院遥感系极为重视，召集授课教师对以往《高光谱遥感》的教学过程进行了认真分析，并在学院领导的组织带领下于2020年对课程内容进行了重构，改变了以往的教学模式和考核方式。此外，主讲教师将学生的课程学习与任课教师的科研课题进行一定程度的衔接，一方面让学生能够接触到最新的相关技术，另一方面也为发掘学生自身潜力创造更多机会。

二、课堂改革与创新举措

1. “理论学习+专业竞赛+科研产出”的综合型启发式教学

原先的教学只关注于课本知识的讲述，却忽略了学生的接受能力和学习兴趣的重要性^[8-10]。通过课堂教学改革，我们推出了一项综合型启发式育人的新型教学模式，并应用在高光谱遥感课程教学中。新的教学模式从理论教学、专业竞赛及科研产出三个方面出发，在实施课程教学的同时，兼顾了对学生的思维启迪、技能培养及潜力发掘等。但必须注意的是，本科生教学不同于研究生

培养，需考虑到课程的专业基础和本科生的接受能力^[11-13]。因此，学院为本科三年级及以上学生开设《高光谱遥感》选修课程，其原因是考虑到三年级的测绘类本科生已具备了遥感科学的基础专业知识，无论对课程理论学习还是对竞赛拓展都具备现实条件。在高光谱遥感课堂中，综合型启发式育人的教学模式的具体实施方案如下：

首先，将教学大纲分为三个阶段，即基础阶段、中级阶段和高级阶段。当完成基础阶段的教学后，为学生设置难度较低的研究性课题，组织学生按兴趣成立科研兴趣小组进行课题研究，每组不超过5人，以保障组内每位学生都能参与到实质性工作。然后，选定每个兴趣小组的组长，并根据项目需要为每个小组制定自主学习任务。当完成教学大纲第二个阶段后，检查每个兴趣小组的项目进展情况和学习任务的完成情况，由于一些学生可能更换或退出之前的兴趣小组，此时需要重新调整每组的人员配置，组织学生整理初步成果，并进阶课题难度。最后，完成教学大纲第三个阶段后，虽然课程已接近尾声，但是有些小组可能已经取得了理想的初步成果，教师筛选初步成果，并按照成果的创新程度将其分为研究型和应用型，为不同的比赛项目做初步准备。

图1详细展示了教学大纲实施阶段式兴趣拓展之间的关系。对新模式教学

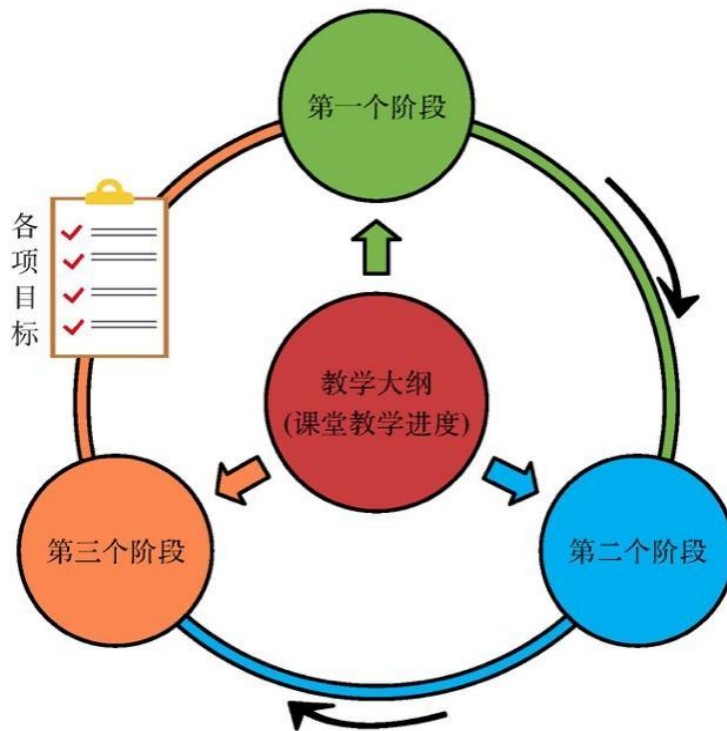


图 1 教学大纲与阶段式兴趣拓展之间的关系

而言，兴趣拓展以主动学习为主，与课堂教学相互促进。在兴趣拓展的激励下，学生在课堂上的学习兴趣也会有所提升，促进各项教学目标更好地实现。

在初步成果的基础上，我们将指导取得研究型初步成果的小组参加国际地球科学与遥感大会 (IEEE International Geoscience And Remote Sensing Symposium) 学生成果竞赛、大学生创新训练计划等国内外知名学术性比赛。同时，指导取得应用型初步成果的小组参加“互联网+”大学生创新创业大赛、欧普特高光谱软件开发竞赛等应用型比赛。通过新的教学模式，不仅能使学生在解决实际问题的过程中培养创新型思维，而且能让学生及时了解高光谱遥感领域的最新发展，并提供与国内外其它高校师生交流的机会，学习经验，取长补短，

使课程学习始终保持活力^[14, 15]。

2. 立德树人引导下的课程思政

“理论学习+专业竞赛+科研产出”的综合型教学模式以社会主义核心价值观为引领，将传统教学、前沿技术、学科交叉三者相融会，不仅能更好地培养学生自主创新意识，也符合社会主义新时代对复合型技术人才的需求。在课堂理论教学和科研兴趣辅导方面，任课教师团队始终遵循科学发展规律，循序渐进，引导学生明确社会主义新时代的人才需求，明确自身所肩负的民族复兴伟大责任，端正学习态度，树立正确的人生观和价值观^[16, 17]。同时，通过兴趣拓展和学术竞赛来培养学生团队协作精神和独立思考能力，磨炼学生意志，进一步落实立德树人在新时代人才培养方面的导向作用，为建设中国特色社会主义

培养更多一流的测绘类高素质人才。

3. 信息化时代下的课堂教学

在当前新冠疫情防控需求下，线上线下相结合的教学模式是目前保障课堂进度最有效的方案。在如今的信息化时代，腾讯会议、学习通等交流或学习软件也为及时交流课程问题、分享学习材料和进行学术讨论提供了极大便利。

本课程的理论教学以线下授课为主，以多媒体和板书为主要手段，并建立QQ作业答疑群、“学习通”App作业讨论组来辅助教学，及时解决学生在课堂学习中遇到的问题。当遇到疫情影响时，可随时转为以线上直播为主的线上教学，以保障课程进度。

考虑到便捷性，兴趣小组科研辅导以线上为主。由于每个小组进展不同，及时性的线上讨论更适宜于学术研讨。除定期汇报进展外，每个兴趣小组都需建立微信交流群，当某个研究内容有较大进展时，科研小组可通过网络会议及时反馈问题和讨论方案。

4. 创新型教学引导下的阶段式培养

本课程的课堂教学遵循科学发展规律，将教学大纲的六个章节划分为三个阶段，每个阶段均有相应的培养目标，使学生能由易到难逐层递进地掌握技术要领。

第一阶段：课堂教学 + 基础认知实践

(1) 课堂教学：完成教学大纲前三章内容。

(2) 课内实践：使用光谱仪构建典型地物光谱的光谱库，学习地物光谱库的构建要领，对“教学用”的原始数据进行组装和校正，得到图谱合一的高光谱数据。

(3) 阶段目标：学生能够掌握高光谱遥感数据的成像原理和光谱测量仪器的基本使用方法，掌握高光谱数据处理的基本流程。

(4) 课程思政：循序渐进，增强自信。

第二阶段：课堂教学 + 信息提取实践

(1) 课堂教学：完成教学大纲第四章内容（复杂光谱问题的处理）。

(2) 课内实践：处理混合像元，获取纯净的地物光谱，反演地物丰度。

(3) 阶段目标：掌握处理混合像元的常用方法。

(4) 课程思政：循序渐进，学以致用。

第三阶段：课堂教学 + 技术进阶实践

(1) 课堂教学：完成教学大纲第五章和第六章内容（地物分类及应用）。

(2) 课内实践：使用专业软件或编程工具实现不同需求的高光谱影像地物分类。

(3) 阶段目标：掌握地物信息提取

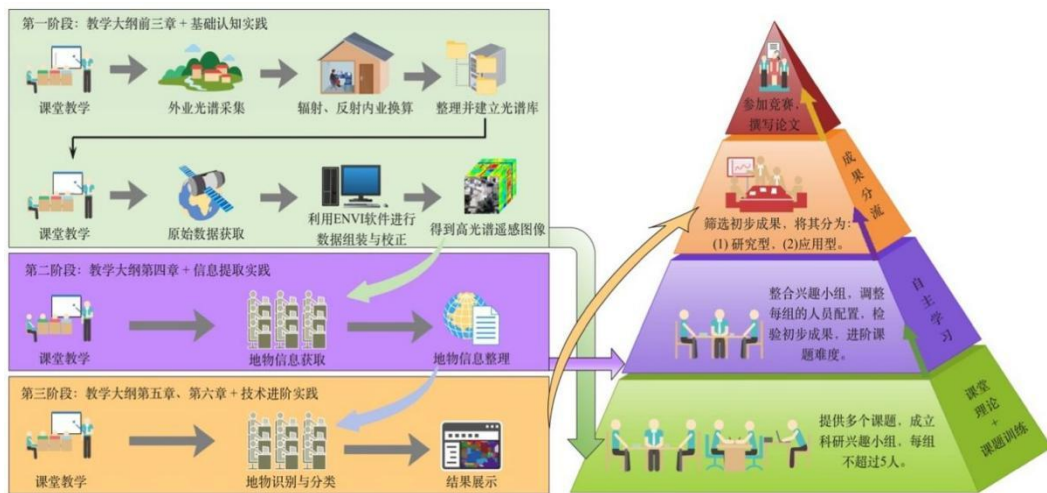


图 2 “理论学习+专业竞赛+科研产出”模式教学的执行流程

与分析的主要技术流程，能够编写实现批处理的计算机程序。

(4) 课程思政：勇于进取，协作共赢。

图2展示了在新模式下高光谱遥感课程教学的执行流程。从图2可以直观地看出，本课程的理论学习与科研/技能竞赛既各自独立，又存在联系，实现理论学习、技能训练、成果产出协同发展。

5. 综合型考核方式

本课程的考核方式是综合型的，包括：期末考试、课内实践（实验报告）和课堂考勤+兴趣拓展。

(1) 期末考试采用闭卷形式，考卷分为A、B卷，两套试卷难度相同。期末考试占总成绩的60%，主要检验学生对基础理论的掌握情况。此外，考试试卷会有20分的开放性试题，学生需根据课堂理论进行作答，兴趣小组的学生也可以用自己参与设计的新方法或新技术进行作答。

(2) 课内实践以实践报告形式进行考核，占总成绩的30%。每位学生共提交4次实践报告，根据实践报告的完成情况进行打分，主要检验学生的设备操作和软件操作能力。表1展示了期末考试、课程实践与课程教学目标的对应关系。

(3) 课堂考勤+兴趣拓展，课堂考勤占总成绩的5%，参加兴趣小组占总成绩5%。由于学习一段时间后一些学生会离开或更换兴趣小组，小组组长要定期更新组内成员名单和成员任务分工情况，以便小组成员获取拓展成绩。

三、推广价值与教学成效

1. 推广价值

“理论学习+专业竞赛+科研产出”的综合型教学模式将新兴科技与传统教学相结合，丰富了课程学习过程，增加了趣味性。新的教学模式并未因学术竞赛而大幅增加课程难度，而兴趣小组的引导作用又提升了学生对理论的学习

表 1 教学目标与考核方式的对应关系

课堂教学与课内实践目标	考核	考核方式	成绩占比
掌握高光谱遥感成像基本理论、高光谱数据空谱协同获取流程、以及地物光谱特性影响因素分析方法。	知识综合应用能力	闭卷考试 + 课内实践	20 %
能够完成地物光谱的重建，进行高光谱数据的特征选择与提取，实现光谱微分与光谱匹配。	光谱数据获取能力；组合3d-cube数据	闭卷考试 + 课程实践	30 %
能够处理高光谱遥感影像中的混合像元问题，完成地表信息的提取和特殊地物的定量反演。	地物信息提取操作流程；数据分析能力	闭卷考试 + 课程实践	20 %
使用高光谱遥感数据进行地表目标探测和地物分类	空间信息与光谱信息的使用能力	闭卷考试 + 课程实践	30 %

热情，使得课堂教学与自主学习之间形成了良性循环。通过多年的教学发现，工科专业的学生普遍对新兴技术和前沿科技表现出浓厚兴趣，结合课堂教学与兴趣拓展，能够在不破坏原有课程体系的前提下实现学科交叉，增强学生综合能力，有良好的推广价值。

2. 教学成效

目前，新的教学模式的运转已趋于成熟，《高光谱遥感》已经成为测绘科学与技术学院一门热门的选修课，深受学生欢迎。我校学生主持或参与的各项成果已经陆续产出，基本达到了原先的预期。我们从提升教学质量和产出学术成果两方面进行总结。

(1) 教学质量提升

新的教学模式大幅度提高了学生的学习兴趣，无翘课及挂科现象，部分学生因取得了学术成果而获得参加名校硕士招生夏令营的机会。图 3 展示了 2021

年高光谱遥感课程期末考试的试卷成绩分布。图 3 的成绩来自两个班级，分别是遥感科学与技术 1901 班和 1902 班。我们对两个班级均采用 A、B 卷进行期末考试，考试类型为闭卷形式。从图 3 可以看出，两个班的大部分学生成绩都在 70 分以上，且无人挂科，较好的完成了理论教学。

与此同时，通过参加本课程的兴趣小组，学生也逐渐具备了下列能力：

- (a) 良好的团队协助能力；
- (b) 针对遥感数据处理的计算机程序设计能力；
- (c) 能够结合人工智能、计算机视觉、机器学习、深度学习等先进技术处理复杂的遥感信息获取问题的能力；
- (d) 中英双语科技论文写作能力。
- (e) 良好的语言表达能力，能使用中英双语展示自己的研究成果。

(2) 学术成果产出



图 3 2021 年高光谱遥感课程期末考试成绩分布情况

(a)-(d) 简要介绍了目前2019级测绘学院学生在高光谱遥感课程学习中取得的部分学术成果。

(a) 兴趣小组通过课堂学习和自主学习，成功提出了两种智能自优化网络并应用于高光谱遥感图像分类，新方法能大幅度提升地物分类精度。

(b) 组织两组学生参加2022年IEEE国际遥感研讨会(IGARSS 2022)，目前会议论文已经被IGARSS会务组接收(EI会议论文)，两篇论文的名称分别为：

“Chaotic Cuckoos Optimization With Graph Convolution Network For Hyperspectral Data Classification”和“Graph-Cut-Based Node Embedding For Dimensionality Reduction And Classification Of Hyperspectral

Remote Sensing Images”，两项工作均获得了大会Oral展示。

(c) 学生参与关于集成学习的研究性取得了重大进展，目前该论文已被国际权威遥感SCI期刊 IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters 接收(JCR 1区,中科院2区,影响因子5.343),并且已经在IEEE Xplore上正式见刊。

(d) 两组学生主持的“基于混沌群深度图结构学习的高光谱遥感影像地物分类研究”和“基于日光诱导叶绿素荧光的中国植被总初级生产力估测”目前已成功通过了省级立项，2022年度大学生创新计划训练项目(大创)。

结 论

在科技发展迅猛，技术手段日新月异的今天，理论教学只能满足对基础知

识的掌握，而真正要实现学以致用，就必须提升学生自主学习能力，培养创新思维，这就需要新的教学模式来顺应时代的发展。在理工科专业，很多学生对智能技术和前沿科技颇有兴趣。然而，专业课程的学习又缺乏与这些先进技术的连接。因此，通过综合型启发式教学，能为学生提供一个接触并参与创新型研究的平台，对提升课堂学习的兴趣起到积极的推动作用，也能更好地培养具有创新思维的技术人才。

参考文献

[1] 浦瑞良 等, 高光谱遥感及其应用 [M].北京: 高等教育出版社, 2003.

[2] 童庆禧 等, 高光谱遥感—原理、技术与应用 [M].北京: 高等教育出版社, 2006.

[3] Saurabh Prasad , etc.Hyperspectral Image Analysis Advances in Machine Learning and Signal Processing[M].Springer , Nature Switzerland, 2020.

[4] 高连如 等, 高光谱图像信息提取 [M].北京: 科学出版社, 2020.

[5] 李西灿 等, 高光谱遥感原理与方法 [M].北京: 化学工业出版社, 2019.

[6] 张良培 等, 高光谱遥感 [M].北京: 测绘出版社, 2011.

[7] 王立国 等, 高光谱图像处理技术 [M].北京: 国防工业出版社, 2013.

[8] 张兵 等, 高光谱图像混合像元分解

[M].北京: 科学出版社, 2015.

[9] 解德渤, 大学创新教学的实践误区及反思 [J].中国大学教学 2008 (08): 70-74.

[10] 李青等, 新技术视域下的教学创新: 从趣悦学习到机器人陪伴学习—英国开放大学《创新教学报告》解读[J].远程教育杂志 2019, 37(02): 15-24.

[11] 丁青锋, 基于新工科的大学创新教学模式改革机遇与挑战[J].教育教学论坛, 2020 (52): 149-150.

[12] 王洪才 等.大学创新教学: 理念、特征与误区[J].中国大学教学, 2016 (02): 19-23.

[13] 王洪才, 论大学传统教学与大学创新教学[J].苏州大学学报(教育科学版), 2017, 5(04)10-19.

[14] 张琼, 知识运用与创新能力培养——基于创新教育理念的大学专业课程变革[J].高等教育研究, 2016, 37(03): 62-67.

[15] 成希, 研究型大学创新创业教育生态系统构建研究 [D], 博士论文, 湖南师范大学, 长沙, 2018.

[16] 佟丽娜 等, 面向创新能力培养的电工电子学实践教学探究[J].实验技术与管理, 2019, 36(09): 16-18.

[17] 高巍, 技术赋能教学创变: 国际前沿教学创新的特征及其进阶——基于 2012-2021 年《创新教学报告》的内容分析法研究[J].华中师范大学学报(人文社会科学版), 2022, 61(01): 173-181.