引文格式：姚云军,刘志刚,朱文泉,等. 《高级遥感原理与方法》课程教学方法探索与实践[J]. 地理空间信息, 2026, 24(1): 118-121. doi:10.3969/j.issn. 1672-4623.2026.01.026

《高级遥感原理与方法》课程教学方法探索与实践

姚云军，刘志刚，朱文泉，蒋玲梅，程　洁，张晓通
（北京师范大学 地理科学学部 遥感科学与工程研究院，北京 100875）

摘　要：《高级遥感原理与方法》是北京师范大学遥感科学与技术专业博士研究生的基础核心必修课程。其涉及内容广、知识体系复杂、前沿性强，采用何种有效教学方法才能提升博士研究生的创新能力和培养水平，成为目前教学过程中关注的重点和难点。借鉴理解性学习理念，探索和实践了知识类比法在《高级遥感原理与方法》课程教学中的成效。结合“陆地生态系统蒸散发遥感估算原理”和“智慧遥感参量反演理念”两个教学案例，详细阐述了知识类比法的应用实践。研究结果有助于提升遥感科学与技术专业博士研究生的教学质量与人才培养水平，可为其他研究生相关课程教学起到抛砖引玉的作用。

关键词：学科交叉；高级遥感；博士研究生教学；教学改革；知识类比法
中图分类号：G642　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2026）01-0118-04

Exploration and Practice of Teaching Method in the *Principles and Methods of Advanced Remote Sensing* Course

YAO Yunjun, LIU Zhigang, ZHU Wenquan, JIANG Lingmei, CHENG Jie, ZHANG Xiaotong
(Institute of Remote Sensing Science and Engineering, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: *Principles and Methods of Advanced Remote Sensing* is a fundamental core and compulsory course of doctoral students of Beijing Normal University for the major of remote sensing science and technology. Due to its extensive content, complex knowledge structure, and strong frontiers, it is necessary and challenging to select effective teaching methods for achieving teaching demands successfully. In this study, drawing on the concept of meaningful learning, we explored and practiced the effectiveness of knowledge analogy method in the *Principles and Methods of Advanced Remote Sensing* course teaching. Subsequently, combining with two teaching cases, including “Principles of Estimating Terrestrial Evapotranspiration from Remote Sensing Data” and “Concept of Intelligent Remote Sensing Parameter Inversion”, we elaborated the application practice of knowledge analogy method in detail. This study is helpful to improve teaching quality and doctoral student training ability of remote sensing science and technology, and also provides references to other graduate courses.

Key words: interdisciplinarity, advanced remote sensing, doctoral student teaching, teaching reform, knowledge analogy method

随着信息技术的飞速发展，许多传统学科受到巨大冲击，学科之间的深度融合与交叉成为新的学科增长点。遥感科学与技术是在测绘科学、空间科学、电子科学、地球科学、计算机科学以及其学科交叉渗透、相互融合的基础上发展起来的一门新兴交叉学科[1]，对学生快速学习遥感新知识提出了挑战。遥感和信息技术等交叉学科的快速发展使获取遥感知识的资源具备了共享、协作、开放和互补等特点。因此，学科交叉这一发展趋势也必然促使遥感教学的培养目标发生改变。北京师范大学开设的《高级遥感原理与方法》课程是遥感科学与技术专业博士研究生核心基础课程，定位于遥感科学前沿理论与方法、遥感技术前沿问题介绍与探讨，包括高级遥感原理、高级光学遥感、定量热红外遥感、主被动微波遥感、高级遥感前沿技术等模块。相较于传统硕士研究生《遥感原理与方法》课程的基础性和系统性[2]，该课程更加强调遥感知识的深度和前沿性。“高级”的内涵是通过传授博士研究生最新的遥感前沿知识来提升创新能力与思维能力。遥感新知识则呈现快速且井喷式爆发，如2010年国内学者发表遥感相关的SCI论文2 000余篇，而到2019年超过了8 000篇。此外，北京师范大学、武汉大学和北京大学等许多高校和科研院所开设了一系列定量遥感暑期讲习班，邀请国内外著名遥感学者以讲座的形式传授最新的定量遥感理论、方法与应用前沿知识[3]。这一系列爆炸式的遥感知识给博士研究生快速挖掘与掌握新知识带来了巨大挑战，严重制约了博士

项目来源：北京师范大学地理科学学部教学团队资助项目（2022-JXTD-06）；国家自然科学基金资助项目（42171310）。
第一作者简介：姚云军（1980—），博士，教授，主要从事定量遥感科研与教学相关工作，E-mail：boyyunjun@163.com。

研究生创新能力的提升。因此，亟需在教学过程中设计有效的教学方法来帮助学生快速掌握和拓展遥感新知识，实现创新能力的提升[4-6]。

知识类比法，作为理解性学习的一种方法或策略，通过有效关联已有知识和新知识，帮助学生快速掌握新知识[7-11]。近年来，理解性学习的知识类比法被广泛用于提高教学效果；但以往的研究中采用知识类比法弱化了从新知识到创新能力的转换，该方法在博士研究生课程建设中更为匮乏。《高级遥感原理与方法》课程是北京师范大学最新开设的博士研究生课程，存在涉及内容广、知识体系复杂、前沿性强、缺乏合适的教材等问题，更缺乏知识类比法在新课程建设中的应用与实践。因此，本文借鉴理解性学习理念，在总结和提炼多年研究生教学经验的基础上，探索了知识类比法在《高级遥感原理与方法》课程教学以及博士研究生创新能力培养中的成效。本文详细介绍了理解性学习下知识类比法的基本理念和思路，并结合课程中的具体知识点和案例阐述了该方法的具体应用实践。

1　知识类比法教学理念与方法

知识类比法是一种最古老的认知思维与推测方法，是对未知或不确定的对象与已知对象进行归类比较，进而对未知或不确定对象提出猜测[7-11]。如果未知对象确实与某种已知对象有较多的相似之处，则类比法有一定的认知价值。知识类比法的教学理念是对两件事情进行类比（通常为已知事物、新事物），通过某种微妙的相似性，自然而然地将学习者的原有经验与需要学习的新知识联系起来，从而让学习者有效地掌握新知识[11]。当学习者学习新知识时，通过与已有且熟悉的知识建立类比关联，达到学习和掌握新知识以及提升创新能力的目的。采用知识类比法，授课教师需要了解知识关联关系：①了解学习者掌握的已有知识；②有效帮助学习者实现新知识和已有知识的类比联系；③帮助学习者成功运用和掌握新知识。

知识类比法是基于类比教学理念开展的一种新知识与已有知识联系的师生互动的高效教学模式[12]。授课教师实施知识类比法教学的步骤包括：①回顾和讲解学习者的已有知识；②导入新知识，引导学习者建立已有知识和新知识之间的类比联系；③讲解案例加强学习者对新知识的掌握和巩固。

2　知识类比法的应用实践

《高级遥感原理与方法》课程的核心是要求博士生掌握当前高级遥感的理论、方法和前沿，内容涉及高级遥感概念、原理、模型与应用，是理论性、应用性和综合性很强的一门课程。知识类比法能更好地帮助学生提升知识获取、转化和吸收的能力，提高遥感科学与技术专业博士生的创新能力和人才培养质量。本文结合《高级遥感原理与方法》课程中的两个经典案例——“陆地生态系统蒸散发遥感估算原理”和“智慧遥感参量反演理念”，介绍知识类比法在课程建设中的应用实践。

2.1　在“陆地生态系统蒸散发遥感估算原理”中的应用实践

陆地生态系统蒸散发是农业旱情监测、区域水资源管理和全球变化研究等领域的关键变量。“陆地生态系统蒸散发遥感估算原理”是《高级遥感原理与方法》课程中的一个重要知识点。对教学内容进行梳理，明确教学目标、内容和重点：使学生掌握陆地生态系统蒸散发遥感估算的基本原理、假设条件、公式表达和物理意义。授课过程中语言逻辑清晰、用词准确、发音清楚，采用知识类比法，图文并茂地介绍陆地生态系统蒸散发遥感估算原理。

首先，回顾和介绍中学物理知识点——欧姆定律（图1a），表达式为：

$$I=\frac{U}{R} \tag{1}$$

式中，I 为电流；U 为电压；R 为电阻。

然后，导入陆地生态系统蒸散发遥感估算方法。类比欧姆定律，Monin等提出了莫宁—奥布霍夫相似理论来估算陆地生态系统蒸散发和显热通量[13-15]。该理论将陆地生态系统蒸散发（ET）看作水流类似于电流，水汽压差（$[e_s(T_o)-e]$）看作水压类似于电压，地表阻抗（R_s）看作电阻（图1b）；同样地，将显热通量（H）看作热流类似于电流，地气温差（T_o-T）看作温压类似于电压，空气动力学阻抗看作电阻（图1c），表达式为：

$$\lambda ET=\frac{\rho C_P\left[e_s(T_o)-e\right]}{\gamma R_s} \tag{2}$$

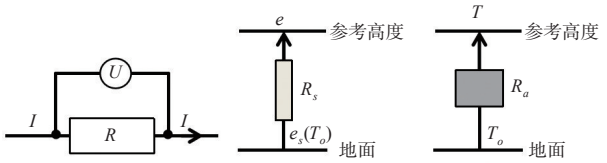
$$H=\frac{\rho C_p(T_o-T)}{R_a} \tag{3}$$

式中，λ 为汽化潜热；γ 为干湿表常数；ρ 为空气密度；C_p 为空气定压比；e_s 为饱和水气压；e 为水气

压；T_o 为地表的空气动力学温度；T 为近地表空气温度；R_a 为空气动力学阻抗。

采用知识类比法，由欧姆定律引申出莫宁—奥布霍夫相似理论，学生参与这个知识转化过程，就能很快理解和吸收这一知识点。

最后，将农田生态系统蒸散发作为案例，加强学生对农田生态系统蒸散发遥感原理的理解、掌握，实现从陆地生态系统蒸散发遥感估算原理知识到实际科研创新能力的转换。



a 欧姆定律 b 蒸散发估算理论 c 显热通量估算理论

图1 欧姆定律与莫宁—奥布霍夫相似理论简图

2.2 在“智慧遥感参量反演理念”中的应用实践

智慧遥感是指按用户个性化需求，基于遥感大数据和大模型的智慧获取、智慧信息反演与提取以及智慧服务的遥感新理念[16-17]。随着人工智能和遥感先进技术的发展，智慧遥感将成为未来遥感发展的主要趋势，并逐渐成为生态环境、城市规划、军事等领域的重要技术[16-17]。其中，“智慧遥感参量反演理念”是《高级遥感原理与方法》课程中的一个重要前沿知识点。笔者对该部分内容进行总结与归纳，强调了教学核心和重点：使学生掌握智慧遥感参量反演理念。授课过程中采用知识类比法，准确介绍智慧遥感参量反演理念。

首先，回顾和介绍稻草人和服装模特道具的特征和用途。稻草人是农人为守护田地，防止鸟雀糟踏庄稼，而立于田边的稻草人偶。稻草人的制作成本低，方法简单、粗糙。服装模特道具是用玻璃钢纤维或塑胶制成的类似玩偶的人体模型，用于向顾客展示新式服装。服装模特道具制作成本高、工艺精良、繁琐。驱赶田间鸟雀，采用稻草人即可，无需采用服装模特道具；相反地，向顾客展示新式服装，采用稻草人就不合时宜[18]。

然后，导入智慧遥感参量反演理念。类比稻草人和服装模特道具在不同环境下的用途，智慧遥感参量反演是针对用户需求和自然环境的自适应特性，按照因地制宜、因参制宜、因时制宜和因需制宜的原则，借助辐射传输、深度学习、数据同化和算法集合等方法开展参量反演[19]（图2）。例如，对于地表反照率反演问题，若针对单一的沙漠地区，反演得到粗空间分辨率（如1 km）的反照率结果即可满足应用需求；而针对复杂的城市区域，需反演得到精细分辨率（如0.5 m）的反照率才能满足应用需求，时间分辨率和反演算法也会随着用户需求和自然环境的变化而变化。

最后，将北京市城区和内蒙古草原反照率反演作为案例，加强学生对“智慧遥感参量反演理念”的掌握，实现从智慧遥感参量反演知识到实际科研创新能力的转换与提升。

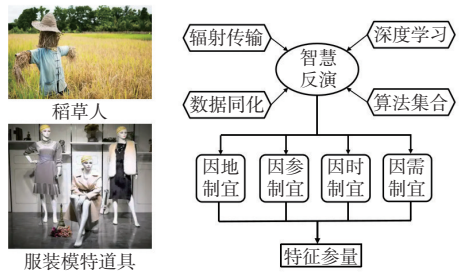


图2 智慧遥感参量反演理念图

3 结 论

在学科交叉背景下，本文探索了理解性学习中的知识类比法在《高级遥感原理与方法》课程建设中的应用与实践。该教学理念是一种新知识与已有知识紧密关联的高效教学模式，在教学实施过程中需要回顾和讲解学习者的已有知识，进一步导入新知识，引导学习者建立已有知识与新知识之间的类比联系，最后通过案例加强学习者对新知识的掌握，提高综合思维和创新能力。本文结合“陆地生态系统蒸散发遥感估算原理”和“智慧遥感参量反演理念”两个案例，阐述了知识类比法的应用实践。本文探索的有效教学方法，有助于提升遥感科学与技术专业的教学质量和人才培养水平，也可为其他相关课程教学提供参考。

参考文献

[1] 康国强. “神秘”的遥感科学与技术[J]. 考试与招生，2015(2):47

[2] 马慧云，蔡昌盛，张云生，等. SC教学模式在“遥感原理与方法”课堂教学中的探索[J]. 测绘与空间地理信息，2022，45(7):9-10

[3] 孙灏，崔希民，袁德宝，等. 定量遥感课程有效教学方法探索与实践[J]. 测绘通报，2020(7):147-151

[4] 朱秀芳.《资源环境遥感》课程思政建设探索[J]. 地理空间信息，2024，22(6):118-122

[5] 李小文. 定量遥感的发展与创新[J]. 河南大学学报(自然科学版)，2005，35(4):49-56

[6] 李德仁，龚健雅，秦昆，等. 面向国家需求的世界一流遥感人

才培养体系创新与实践[J]. 高等工程教育研究,2023(2):1-5
[7] 汪胡青,孙哲. 类比法在现代邮政类专业计算机网络课程教学中的应用[J]. 产业与科技论坛,2020,19(15):203-204
[8] Dupuis A. The Information Literacy Challenge: Addressing the Changing Needs of Our Students Through Our Programs[J]. Internet Reference Services Quarterly, 1997, 2(2/3):93-111
[9] Novak J D. Meaningful Learning: The Essential Factor for Conceptual Change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies Leading to Empowerment of Learners[J]. Science Education,2002,86(4):548-571
[10] 张国锋. 问题驱动的类比法、互动型、研究性教学模式:以电磁学课程建设为例[J]. 物理与工程,2024,34(4):71-75
[11] 朱文泉,杨欣怡. 信息化背景下理解性学习在“遥感数字图像处理”课程建设中的应用思路与实践[J]. 北京师范大学学报(自然科学版),2023,59(3):497-502
[12] 周纪,王子卫,蒋玲,等. 多维度一体化的研究生遥感实验课程教学改革[J]. 地理空间信息,2024,22(9):124-128
[13] Monin A S, Obukhov A M. Basic Laws of Turbulent Mixing in the Ground Layer of the Atmosphere (in Russian)[J]. Tr. Akad. Nauk SSSR Geophiz. Inst,1954,24(151):163-187
[14] Wang K C, Dickinson R E. A Review of Global Terrestrial Evapotranspiration: Observation, Modeling, Climatology, and Climatic Variability [J]. Reviews of Geophysics,2012, 50:236-240
[15] Kalma J D, Mcvicar T R, Mccabe M F. Estimating Land Surface Evaporation: A Review of Methods Using Remotely Sensed Surface Temperature Data[J]. Surveys in Geophysics, 2008,29(4/5):421-469
[16] 阎广建,王天星,陈玲,等. 复杂地形区短波辐射遥感[C]. 第四届全国定量遥感论坛,2019
[17] 梁顺林. 中国定量遥感发展的一些思考[J]. 遥感学报, 2021,25(9):1 889-1 895
[18] 李小文. 科学的简单性原则[EB/OL]. (2008-03-13)[2024-08-24]. https://blog. sciencenet. cn/blog-2984-19745. html
[19] 梁顺林,白瑞,陈晓娜,等. 2019年中国陆表定量遥感发展综述[J]. 遥感学报,2020,24(6):618-671

(上接第105页)

《建设工程联合测绘技术规程》要求。与传统GPS+全站仪的测量方式相比，该方法在住宅小区等大型项目中的作业效率得到了明显提升。

参考文献

[1] 金雯,董治方. 新型测绘技术在上海花博园“多测合一”测量中的应用[J]. 测绘通报,2022(增刊2):322-326
[2] 王楠,李穗浓,张郁,等. 工程建设项目的多测整合对策研究[J]. 地理空间信息,2022,20(2):156-158
[3] 邢汉发,高志国,吕磊. 三维激光扫描技术在城市建筑竣工测量中的应用[J]. 工程勘察,2014,42(5):52-57
[4] 徐炳前. 地面三维激光扫描在验收测量中的应用分析[J]. 城市勘测,2016(5):120-122
[5] 朱龙军,周隽. 三维激光扫描仪在建筑规划验收中的应用[J]. 城市勘测,2021(2):127-131
[6] 王芬,徐炳前,郝旦. 三维激光扫描技术下的规划验收测量数据处理及成果获取[J]. 测绘通报,2019(4):159-161
[7] 高建伟,周广华,宣伟. 基于规划管理的大型复杂建筑测量研究与实现[J]. 地理空间信息,2021,19(2):68-70
[8] 罗峰,黄昀鹏. 空地协同测绘在广州火炉山隧道工程地形图测量中的应用[J]. 工程勘察,2021,49(11):58-61
[9] 晏军,杨银波,何元甲,等. 无人机摄影测量三维建模与地形测量精度分析[J]. 测绘通报,2023(增刊1):54-58
[10] 田泽海,余星. 无人机倾斜摄影技术在大比例尺地形图中的应用[J]. 地理空间信息,2021,19(10):49-52
[11] 赵小阳,孙松梅. 无人机倾斜摄影支持下的1∶500高精度三维测图方案及应用[J]. 测绘通报,2019(7):87-91
[12] 张林杰,黄筱,饶维冬,等. 网络RTK和PPK辅助水利工程免像控无人机倾斜摄影测量三维建模分析[J]. 测绘通报,2023(4):115-120
[13] 王晶,王朝阳,张峰,等. 北斗PPK技术辅助无人机航空摄影测量精度分析[J]. 测绘通报,2022(12):64-69
[14] 张宝成,柯成,查九平,等. 非差非组合PPP-RTK:模型算法、终端样机与实测结果[J]. 测绘学报,2022,51(8):1 725-1 735
[15] 杨光,刘敏,王磊,等. 空地协同测绘在广州圆异型建筑验收中的应用[J]. 测绘通报,2018(10):113-116
[16] 余章蓉,王友昆,潘俊华,等. Trimble X7三维激光扫描仪在建筑工程竣工测量中的应用[J]. 测绘通报,2021(4):160-163
[17] 石明旺,张均,刘学思. 手持三维激光扫描仪在规划竣工测量中的应用[J]. 测绘通报,2022(增刊2):122-125
[18] 陈富强. 静站式与移动式三维激光扫描的精度对比分析[J]. 地理空间信息,2023,21(1):140-142
[19] 汤同旭,陈燕. 移动手持激光扫描仪在建筑物竣工测量中的应用[J]. 测绘通报,2024(增刊2):62-66