引文格式：史绪国,张绍成,陈启浩,等. 新工科背景下“雷达干涉测量”课程的教学改革与实践探索[J]. 地理空间信息, 2026, 24(2):133-136. doi: 10. 3969/j.issn. 1672-4623.2026.02.029

新工科背景下“雷达干涉测量”课程的教学改革与实践探索

史绪国，张绍成*，陈启浩，张正加，解清华，岳林蔚
（中国地质大学（武汉）地理与信息工程学院，湖北 武汉 430074）

摘　要：在新工科背景下，工程教育面临着新技术革命和产业变革的挑战。为适应这一趋势，“雷达干涉测量”课程进行了全面的教学改革与创新实践，旨在培养具有跨学科知识、实践能力和创新思维的高素质技术人才。通过引入跨学科融合、翻转课堂和多样化的实践案例，课程不仅提升了学生在InSAR技术领域的理论素养，还增强了他们解决复杂工程问题的能力。此外，课程中融入思政元素，培养学生的社会责任感和民族自豪感。教学改革的成果显著提升了学生的参与度和学习效果，为新时代InSAR技术人才的培养提供了重要支持。

关键词：新工科；雷达干涉测量；课程改革；创新教育；思政教育
中图分类号：P237　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2026）02-0133-04

Teaching Reform and Practical Exploration of Radar Interferometry Course in the Context of Emerging Engineering Education

SHI Xuguo, ZHANG Shaocheng, CHEN Qihao, ZHANG Zhengjia, XIE Qinghua, YUE Linwei
(School of Geography and Information Engineering, China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan 430074, China)

Abstract: In the context of emerging engineering education, engineering education faces the challenges brought by the new technological revolution and industrial transformation. The radar interferometry course has undergone comprehensive teaching reform and innovative practice to adapt to these trends, aiming to cultivate high-quality technical talents with interdisciplinary knowledge, practical skills, and innovative thinking. By introducing interdisciplinary integration, flipped classrooms, and diverse practical cases, the course enhances students' theoretical understanding of interferometric synthetic aperture radar (InSAR) technology and strengthens their ability to solve complex engineering problems. Additionally, ideological and political education elements are incorporated into the course to foster students' sense of social responsibility and national pride. The outcomes of teaching reform have significantly improved students' engagement and learning effectiveness, providing vital support for the cultivation of new-generation InSAR technology talents.

Key words: emerging engineering education, InSAR, course reform, innovative education, ideological and political education

雷达干涉测量（interferometric synthetic aperture Radar，InSAR）技术作为遥感与测绘领域的核心技术，广泛应用于地质灾害监测、城市沉降评估、矿区形变监测等领域[1-9]，成为国家应对自然灾害和支持基础设施建设的关键工具。然而，随着技术的不断进步，传统的工科课程内容和教学模式已难以适应快速变化的技术需求。现有的教学内容更新滞后，教学方法单一，严重制约了学生创新能力和实践能力的培养[10-11]。本文结合中国地质大学（武汉）“雷达干涉测量”课程的教学改革与实践，探讨在“新工科”背景下如何通过课程设计的创新，培养具备跨学科知识、实践能力和创新思维的技术人才，为工科教育改革提供参考和借鉴。

1　“雷达干涉测量”课程改革的背景与必要性

中国地质大学（武汉）开设的“雷达干涉测量”课程面向遥感科学与技术专业本科生，作为大三下学期开设的选修课。课程内容涵盖测绘、遥感、环境科学、地球科学和人工智能等领域，是一门跨学科课程。课程的先修内容包括《微波遥感》、《摄影测量学》等，旨在帮助学生掌握InSAR的基础理论和核心技术。随着国家发展与科技的不断进步，“雷达干涉测量”课程的教学内容与设计也必须随之更新。

1.1　国家战略发展需求的驱动

当前，我国正处于全面推进现代化建设的关键时

项目来源：湖北省高等学校省级教学研究项目（2021152）。
第一作者简介：史绪国（1988—），博士，副教授，研究方向为星载雷达干涉测量方法与应用，E-mail：shixg@cug.edu.com。
通信作者：张绍成（1982—），博士，副教授，研究方向为卫星大地测量与地学应用，E-mail：zsc@cug.edu.cn。

期，国家战略如“创新驱动发展战略”“中国制造2025”“一带一路”倡议等都对高端工程技术人才提出了更高要求。面对世界百年未有之大变局，我国正从科技大国向科技强国迈进，创新驱动成为推动国家经济发展的核心动力。工程教育，特别是对关键技术领域的人才培养，直接关系到国家的科技创新水平和产业竞争力。

面对国家战略需求，工科教育必须不断更新课程内容与教学方法，以确保学生能够紧跟技术前沿，具备解决实际问题的能力。

1.2 技术进步与产业变革的挑战

随着大数据、人工智能等技术的崛起，雷达干涉测量课程面临诸多挑战：

1）课程内容滞后：InSAR技术在不断发展，尤其是与大数据和人工智能结合的应用日益广泛，但课程内容更新滞后，未能及时反映最新技术进展，学生难以掌握行业前沿。

2）教学方式单一：传统的“灌输式”教学模式强调理论知识的传授，忽略了学生的主动性和创新思维的培养，导致学生在面对复杂工程问题时缺乏应对能力。

3）实践资源不足：由于学生在入门时的背景知识和技术基础各异，尤其是在微波遥感和信号处理等关键领域的掌握程度不同，因此兼顾学生能力差异，这对如何设计实践操作提出了挑战，以便更好地让学生理论联系实际。InSAR技术的数据处理和分析需要强大的计算能力和软件支持，而部分高校硬件资源相对不足，学生在实验教学中难以进行复杂的数据分析和处理，限制了实践操作能力的发展。

为应对这些挑战，必须对课程内容进行更新和优化，确保学生不仅能够掌握InSAR技术的基础知识，还能够理解其在大数据、人工智能等新兴技术背景下的应用。此外，教学方式也需进行创新，通过引入更加灵活、互动性强的教学模式，提升学生的自主学习能力和创新能力。

1.3 面向全球竞争的人才培养需求

InSAR技术作为全球环境监测和自然灾害预警的关键技术之一，不仅在国内发挥重要作用，也在国际科研合作和环境保护领域中占据核心地位。许多国家已将InSAR技术应用于地震、火山、冰川等自然灾害的监测与研究中，而欧洲空间局更是建立了欧洲地表位移服务（european ground motion service）[12]，发布标准化的InSAR数据产品。因此，培养具备国际化视野的InSAR技术人才，能够提升我国在国际科技合作中的竞争力，同时为全球环境治理和灾害应对贡献中国智慧。

2 改革措施

为应对新工科背景下工程教育面临的挑战，“雷达干涉测量”课程从内容设计到教学方式再到实践环节进行了全方位的改革（图1）。“雷达干涉测量”课程共计32学时，其中基础模块16学时，进阶模块4学时，翻转课堂4学时，实践教学8学时。课程改革的核心目标是培养学生的创新思维、跨学科知识整合能力以及工程实践操作能力，使其能够胜任复杂工程问题的解决。

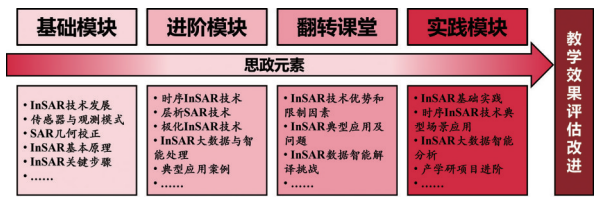


图1 雷达干涉测量教学内容

2.1 教学内容的优化与更新

2.1.1 分层设计的基础与进阶模块

为了照顾不同层次学生的学习需求，课程采用了基础–进阶模块的分层设计。基础模块注重InSAR技术发展脉络梳理、SAR平台和观测模式、几何校正、InSAR基本原理的知识传授。这些知识为学生打下扎实的理论基础，帮助他们理解InSAR技术的基础知识。

在进阶模块中，课程进一步深入讲解了时序InSAR技术、层析SAR技术、极化InSAR等高级技术以及多样化的应用案例。这些内容可以帮助学生解决更复杂的工程问题。

2.1.2 引入前沿技术与应用

为了紧跟InSAR技术的快速发展，课程内容及时引入了最新的技术与应用。在实际教学中，这些技术的加入使学生能够掌握InSAR技术的最新应用方向，不仅提升了他们的技术储备，还帮助他们在未来的工作中应用这些新兴技术解决实际问题。

除了引入新兴的InSAR技术，课程还结合大数据和人工智能的应用。例如，通过对海量InSAR数据的分析，学生可以学习如何利用人工智能算法提高数据处理效率，并应用于滑坡、矿区沉降等自然灾害的智能监测。这种跨学科的融合，不仅丰富了学生的知识体系，还培养了他们将新兴技术与传统工程问题结合的创新思维。

2.1.3　案例教学与实际应用结合

在课程设计中，案例教学是一项重要改革措施。通过将实际工程问题引入课堂，学生能够将理论知识与实际问题相结合，提高解决复杂工程问题的能力。课程设置了矿区识别、滑坡监测、同震干涉形变测量及物理建模等实际案例。图2给出了矿区形变监测与智能识别的教学案例。学生需掌握数据的下载、配准、干涉图生成及地形相位去除等基础操作，为后续的形变监测奠定基础。为了考虑学生能力的差异，进阶模块课程提供了时序分析和智能分析2个方向供学生选择。其中时序分析模块重点让学生实践相位解缠、误差改正和形变时间序列分析等核心技术。智能识别模块中通过引入人工智能技术，以矿区识别为例，学生利用已标注的矿区形变数据制作样本，训练深度学习模型，并应用模型对新数据进行预测，自动识别潜在的矿区地表形变特征。实践教学的最终环节为学生总结分析所完成的案例任务，评估InSAR技术及人工智能等技术的作用与局限。

案例教学通过模拟真实工程项目，帮助学生理解如何在实际工作中应用InSAR技术解决问题。通过实践应用，不仅加深了学生对InSAR技术的理解，还培养了他们在复杂地质条件下进行数据处理与分析的能力。此外，案例教学的多学科融合特性，有助于学生理解InSAR技术在地质灾害监测、矿产资源开发和地壳运动研究中的跨学科应用价值。

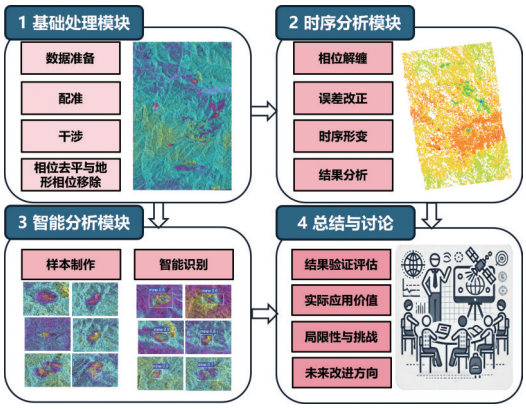


图2　矿区形变监测与智能识别实践

2.2　教学方式的创新

2.2.1　翻转课堂与自主学习

为了提高学生的学习主动性，课程采用了翻转课堂的教学模式。学生可以通过课前预习和在线学习掌握基础理论，课堂上则通过讨论和小组项目解决实际问题。翻转课堂改变了传统的“灌输式”教学模式，增强了学生的参与感和互动性[13]。

在翻转课堂的实施过程中，学生不仅被动接受知识，还可以提前通过指定的学习资源掌握基础内容，课堂上则重点探讨如何将理论应用于实际工程问题的解决。在这一过程中，学生能够更加积极主动地参与到学习中，提升了他们的自主学习能力和团队协作能力。例如，学生会在课堂讨论中对比分析地质灾害案例中的不同InSAR技术特点，提出自己的见解并与同学进行讨论，从而实现知识的内化和实践能力的提升。

2.2.2　分层次的项目式教学

为了适应不同背景学生的学习需求，课程引入了分层次的项目式教学模式。针对基础较弱的学生，设计了基础项目，帮助他们掌握核心理论与简单的实践操作；对于有一定基础的学生，设计了高难度的进阶项目，如时序InSAR技术的应用、矿区形变监测等。通过这种差异化教学，学生能够在自己能力范围内获得最大提升。

2.2.3　跨学科融合的综合实践

由于InSAR技术涉及多个学科，课程在设计上强调跨学科知识的融合与实践。例如，课程不仅讲授遥感与测绘相关的基础知识，还结合大数据、人工智能等领域的内容，要求学生将不同学科的知识融合应用于实际问题中。

为了实现跨学科融合，课程设计了多个学科交叉的综合实践任务。例如，在滑坡监测案例中，学生不仅要掌握InSAR数据处理技术，还需要结合大数据分析和人工智能预测算法，评估滑坡的动态变化趋势。这种跨学科综合实践的设置，提升了学生解决复杂问题的能力，增强了他们的创新意识和跨学科整合能力。

2.3　实践教学资源的拓展

课程在实践环节设计了多样化的实践项目，涵盖地质灾害监测、城市形变监测等多种实际应用。实践内容不仅限于简单的数据处理，还包括了数据获取、数据解译、报告撰写等完整的流程。学生通过这些多样化的实践项目，能够更好地理解如何将InSAR技术应用于实际问题中，提升了他们的工程实践能力。例如，要求学生自己选择合适的观测数据和数据处理软件，对结果分析后撰写完整的技术报告。这种从数据获取到结果呈现的完整流程，不仅培养了学生的综合能力，还让他们掌握了工程项目中的关键步骤。

为了弥补硬件资源不足的问题，课程广泛引入了主流的开源软件和在线实验平台。通过使用SNAP、GMTSAR等主流开源软件，学生可以在课堂上直接进行InSAR数据的处理与分析。此外，课程还利用了OpenSARlab和ASF HyP3[14]等在线数据处理平台，这些

平台通过云计算资源支持SAR数据处理，学生可进行数据定制处理，摆脱了对本地计算资源的依赖。这种方式极大地提升了实践教学的灵活性和可操作性，使得硬件条件有限的学生也能够完成复杂的实践任务。

2.4 思政元素的有机融入

课程改革特别注重将思政元素有机融入专业教学。通过展示我国在合成孔径雷达卫星领域的自主创新成就，课程帮助学生认识到国家在科技领域的进步，激发他们的民族自豪感与社会责任感。例如，课程中展示了我国自主研发的“陆探一号”、“涪城一号”等SAR卫星的应用成就，并强调这些卫星在国防安全、地质灾害监测等领域发挥的重大作用。此外，课程还通过讲解InSAR技术在自然灾害监测和环境保护中的应用，帮助学生认识到技术对社会和环境的影响。例如，通过讲解InSAR技术在地震、滑坡等自然灾害中的监测应用，课程引导学生思考如何通过技术手段减少自然灾害对人民生命财产的威胁，培养他们的社会责任感与环保意识。

3 教学改革效果

经过持续的教学改革与优化，“雷达干涉测量”课程在理论教学和实践环节上都取得了显著成效。改革后的课程设计极大地提升了学生的学习兴趣和参与度。通过引导式教学和翻转课堂模式，学生在课堂上表现得更加积极主动，课后讨论和产学研项目参与也更加踊跃。学生反馈表明，课程内容丰富实用，教学方式新颖有效，实践环节设计合理，充分满足了他们对前沿技术的学习需求。

在多个教学模块中引入了实际工程问题，使学生能够将理论知识应用于地质灾害监测、城市沉降监测等实际场景中，显著提升了他们的动手能力和解决问题的能力。此外，通过讨论新兴的SAR技术与人工智能、大数据等领域的结合应用，学生能够思考并提出创新性的技术应用方向，培养了他们在实际工程中解决复杂问题的创新能力。实践训练也帮助学生更灵活地运用InSAR技术，课程组还引导成绩优异的学生参加国家级比赛。过去3年中，学生在“易智瑞杯中国大学生GIS软件开发大赛–遥感应用组”和“航天宏图杯PIE遥感与地理信息一体化软件二次开发大赛–云开发组”中获得了共计7项奖项。

4 结 语

在“新工科”背景下，“雷达干涉测量”课程的教学改革与实践探索，不仅适应了新兴技术快速发展的需求，也有效应对了工程教育中关于实践能力、创新能力培养的挑战。通过引入前沿技术、优化教学方式、强化实践环节和融入思政元素，课程改革显著提升了学生的学习效果和参与度。学生不仅在理论知识上得到了提升，还在复杂工程问题的解决、跨学科融合、创新思维培养等方面表现出显著进步。未来，课程将继续结合技术前沿，进一步完善教学内容和方式，以培养更加符合国家战略需求和国际竞争力的高素质技术人才。

参考文献

[1] 吴爱华,杨秋波,郝杰. 以“新工科”建设引领高等教育创新变革[J]. 高等工程教育研究,2019,36(1):1-7

[2] 陈一平,李媛,张书航,等. 面向新工科的人工智能与测绘课程融合教改思考与实践[J]. 地理空间信息,2024,22(11):131-134

[3] 杨林,李圣文,左泽均,等. 面向工程教育认证的“GIS软件工程”实践教学研究[J]. 地理空间信息,2019,17(12):123-126

[4] 廖明生,董杰,李梦华,等. 雷达遥感滑坡隐患识别与形变监测[J]. 遥感学报,2021,25(1):332-341

[5] 许才军,何平,温扬茂,等. InSAR技术及应用研究进展[J]. 测绘地理信息,2015,40(2):1-9

[6] 朱建军,胡俊,李志伟,等. InSAR滑坡监测研究进展[J]. 测绘学报,2022,51(10):2001-2019

[7] 贾诗超,张廷军,范成彦,等. InSAR技术多年冻土研究进展[J]. 地球科学进展,2021,36(0):694-711

[8] 刘星洪,姚鑫,周振凯,等. 滑坡灾害InSAR应急排查技术方法研究[J]. 地质力学学报,2018,24(2):229-237

[9] 吴启琛,于瑞鹏,王丽,等. 利用Sentinel-1的山东枣庄高新区地面沉降监测与分析[J]. 地理空间信息,2024,22(6):80-83

[10] 范洪冬,郝明,张宏贞,等. “合成孔径雷达干涉测量”课程思政建设与实践[J]. 测绘工程,2023,32(1):76-80

[11] 温扬茂,许才军,刘洋. 测绘工程专业“雷达干涉测量”课程教学探讨[J]. 测绘工程,2018,27(11):77-80

[12] Costantini M, Minati F, Trillo F, et al. European Ground Motion Service (EGMS) [C]//2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS, Brussels, Belgium,2021:3293-3296

[13] 张金磊,王颖,张宝辉. 翻转课堂教学模式研究[J]. 远程教育杂志,2012,30(4):46-51

[14] Kennedy J, Anderson R, Biessel R, et al. Skip the Processing:On Demand Analysis-ready InSAR from ASF [C]// AGU Fall Meeting Abstracts, New Orleans, The United States of America,2021:G45B-0395