引文格式：李翔, 罗明. 高等学校地理学双语教学特征与建议[J]. 地理空间信息, 2024, 22(7): 119-124. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2024.07.027

高等学校地理学双语教学特征与建议

李　翔[1]，罗　明[1,2*]
（1. 中山大学 地理科学与规划学院，广东 广州 510006；2. 香港中文大学 环境、能源及可持续发展研究所，中国香港 999077）

摘　要：地理学作为交叉学科在应对人与自然发展问题中发挥着重要作用。基于地理学学科视角，从课前筹备、授课教学、课后考核与反馈3个方面探讨了我国高校地理学双语教学体系现状，并结合中山大学地理信息科学本科专业英语和双语教学经验，为高校地理学双语课程教学提供相关建议。研究发现，双语课程的教师队伍建设和规范教材选择是亟待解决的首要问题；在授课教学中，可利用多样化课堂增强师生互动，并通过增设助教、小组讨论等提升学生体验；在课后考核与反馈上，则可通过督导、谈话等方式完善课程评价，优化课程质量。研究结果可为完善高校双语教学体系、增强国际化教育水平提供参考。

关键词：地理学；双语教学；专业英语；教学改革；高等教育
中图分类号：G642　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2024）07-0119-06

Characteristics and Suggestions of Bilingual Teaching in Geography in Chinese Universities

LI Xiang[1], LUO Ming[1,2]
(1. School of Geography and Planning, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510006, China;
2. Institute of Environment, Energy and Sustainability, The Chinese University of Hong Kong, Hong Kong SAR 999077, China)

Abstract: Geography plays an important role in addressing human and natural system issues. From the perspective of geography discipline, we evaluated the current situation of bilingual teaching in Chinese universities in terms of pre-class preparation, in-class teaching and post-class assessment and feedback, and then provided suggestions for bilingual teaching by integrating the experience of undergraduate professional English and bilingual teaching in geographical information science at Sun Yat-sen University. It is found that the construction of faculty members in bilingual teaching and standardized teaching materials are the primary issues to be solved. During in-class teaching, the use of diverse approaches to enhance student-teacher interaction and to improve the learning experience for students through teaching assistants and group discussions. In post-class assessment and feedback, course evaluation can be completed through supervision of and conversation with senior teachers to improve the course quality. The results provide references for developing bilingual teaching system in Chinese universities and enhancing international education.

Key words: geography, bilingual teaching, professional English, teaching reform, higher education

地理学是涉及自然科学与人文科学的交叉型学科[1]。在探究表征自然现象的演变特征以及应对气候变暖、环境恶化、与社会经济转型等问题上，地理学为人们提供了有力的决策参考依据[2]，并在促进人类社会可持续发展、面向国家发展战略需求、促进国际社会区域协同发展等方面承担着愈发重要的角色[3]。全球化背景下，双语教育成为培养国际化人才的重要方式[4]。我国双语教育早期主要着眼于汉语与少数民族语言的双语教学。自我国加入世界贸易组织以来，高等教育对学生的英语水平提出了更高的培养要求。2001年教育部颁布的《关于加强高等学校本科教学工作提高教学质量的若干意见》指出[5]，外语（尤其是英语）教学逐渐成为高等教育不可或缺的一部分。2007年中英双语教学示范课程项目的推动，促进了高校双语教学的建设发展，为高校双语课堂走向标准化、现代化给出有力的参照。越来越多的高校积极参与到各学科的双语教学建设中，包括地理学[6]、旅游教育[7]、计算机科学[8]等，也有学者开始探索有效的双语教学方式[9-10]，为双语教学建设贡献力量。高校双语教学一直是我国教育改革的热点[11]。

与常规英语教学不同，双语教学不仅要求授课教师的专业知识精深，更需具备良好的英语水平与教学

收稿日期：2023-05-14。
项目来源：中山大学本科教学改革研究与质量工程资助项目（教务[2022]91号）。
第一作者简介：李翔（1998—），硕士研究生，助教，研究方向为城市气候学，E-mail：lixiang97@mail2.sysu.edu.cn。
通信作者：罗明（1986—），博士，教授，博士生导师，研究方向为全球变化与城市人居环境，E-mail：luom38@mail.sysu.edu.cn。

技能，能充分使用英语清晰讲解专业知识，在双语甚至全英的教学环境下，提升学生对专业知识的英文认知，锻炼学生专业英语写作与表达能力[12]。该类课程既有助于提升学生的国际化水平，又可为交叉学科发展培养更多复合型创新人才[13]。近年来，高校地理学双语教学课程研究受到越来越多的重视，但对高校双语教学发展中的难点、障碍的关注依旧不足[14]。因此，有必要对当前我国高校地理学双语教学发展中存在的问题进行深入剖析，完善地理学双语教学体系。笔者曾多次负责和参与双语教学，通过现场调研和教学反馈，从课前筹备、授课教学、课后考核与反馈3个方面探讨了高校地理学双语教学体系现状，并结合中山大学双语课程教学案例，为促进我国高校地理学双语教学体系发展，提升国际化教育水平提供参考。

1 双语教学

1.1 双语教学的定义与目的

双语教学是指以两种语言（如中文与英文）作为教学语言来开展教学活动[11]。双语教学中需特别注意将外语作为表达媒介来讲解专业知识，培养学生的专业英语能力，而非如英语学科教学般强调英语语法的讲解。双语课程的设立，旨在开拓学生对专业英语术语、基础知识与研究方法等的认知，培养其对专业领域英文刊物和著作的阅读与启发思考，并最终达到可运用英语进行专业学术交流的教学目标。

双语教学具有以下重要意义：①融合国际先进教育思想，建设高质量教育体系。我国自双语示范课程开放建设以来，便秉承“形成与国际先进教学理念与教学方法接轨的、符合中国实际的、具有一定示范性和借鉴意义的双语课程教学模式”的初心来开展双语教育建设[15]，并时刻保持高等教育对外开放的态度，加强对优质教育资源的创新，积极建设符合中国国情、适合中国学生的高等教育体系[16]，高校双语教学课程便是其中的重要组成部分。②扎实人才能力培养，开拓学生国际视野。双语课程是我国培养高素质复合型人才的重要举措之一，通过高校双语教学课程，从英文著作阅读、专业英语表达与学术交流等方面培养学生的综合英语能力，强化人才资源。③培养地理学子的国际竞争意识，提升国际影响力。我国教育正经历“走出去”的阶段，各国高等教育对话、专业学科国际交流也正广泛开展，高校双语教学课程为培养面向国际社会的创新型人才创造了条件，在经济一体化和“一带一路”倡议背景下，双语人才既是连接我国与世界的桥梁，也是国人立足专业在国际舞台上发光发热，努力讲好中国故事的第一步。

1.2 地理学双语教学的必要性

地理学双语教学课程的设立旨在促使我国地理学子学习地理学知识，培养双语学习习惯，进行国际学术交流。与其他学科不同，地理学的研究对象是发生在地球表层的所有地理现象及其对人类社会的影响。目前，全球气候变化与环境污染日益加重，高温热浪等极端天气事件频发，次生灾害及其影响深远[17-18]。在应对重大风险决策上，需要国内外地理学者的协同合作。“一带一路”倡议对地缘政治格局变化和沿线国家与区域地理研究发展影响重大[19]。此外，国际诸多“海绵城市”“恢复性城市”的先进案例也值得借鉴。上述要素无不促进着地理学科交流与地理研究的国际化与全球化，给新时代我国高校地理学双语教学建设提出了新的要求。培养具备双语交流能力的国际化专业人才，是国家重大战略的需求。地理学双语或全英文课程的开展，有助于增强学生专业英语能力的培养，促进地理学子的国际学术交流与合作，为提升高校与科研院所，乃至我国的学术影响力贡献力量。

1.3 高校地理学双语课程开设情况

我国高校对学生英语能力的培养，既有外语教育为主的大类英语教学，也有专业类双语教学课程的加持。前者由高等院校外语部教师作为主讲人，通过大类英语课程增强学生英文阅读与学术写作能力，如南京大学的《学术性阅读：语言与思维》等；后者则由各院校地理学专职教师负责授课。针对地理学双语（或全英文）课程的开设情况，分析我国第四轮地理学学科评估A~C（含A+、C−）的43所科研院校发现[20]，北京大学、华东师范大学、中山大学等28所高校开办了至少一门双语/全英教学课程（表1），其中69.57%的“双一流”院校（16所）和60%的非“双一流”院校（12所）均已开设地理学双语课程，与“双一流”高校相比，非“双一流”高校可进一步加强对地理学双语教学的建设。在课程内容上，我国高校多以两类方式开展双语课程教学：①以英文方式讲授专业知识的双语课程，如北京师范大学的《自然地理学（双语）》、中山大学的《空间分析与应用（双语）》等；②围绕培养学生地理学专业英语听说读写综合能力开设的双语课程，如中山大学的《专业英语》等。

2 高校地理学双语教学的现状与不足

目前地理学双语教学在教学教材、授课方式等方

表1　高校地理学双语（或全英）课程汇总

学校名称	相关双语课程	学校名称	相关双语课程
北京大学	普通生态学 1 （中英双语）	西南大学	专业外语
北京师范大学	自然地理学（双语）	西北师范大学	地质学（双语） 城市生态学（双语）
河北师范大学	地理科学专业英语	江西师范大学	GIS 专业英语
华东师范大学	空间数据的分析与建模（双语） 城市遥感与3S技术（双语） 城市环境过程（双语） 卫星遥感数据处理与应用（双语） 全球环境变化（双语）	山东师范大学	专业英语 政治地理学（双语） GIS空间分析（双语） 微波遥感（双语）
		江苏师范大学	专业英语 地理学国际学术合作与交流（全英）
湖北大学	专业英语	武汉大学	专业英语Ⅰ 专业英语Ⅱ
福建师范大学	遥感与GIS综合（双语）	天津师范大学	专业英语
河南大学	万维网GIS（双语） 全球变化（双语）	内蒙古师范大学	地理专业外语
中山大学	数量地理学（双语） 水文统计（双语） 地理信息系统导论（双语） 空间分析与应用（双语） 专业英语 Urban Geography Human Geography Urban Systems and Engineering Literature Review and Thesis Writing	南京信息工程大学	GIS 系统分析与设计（混合） 遥感地学分析（全英文） GIS 软件综合实习（全英文） 地质与地貌学（混合） 空间数据结构Ⅰ（混合） 地理信息系统原理Ⅰ（混合） 遥感概论（混合） 空间数据库原理Ⅰ（混合） 自然地理学Ⅱ（混合） 全球变化（混合） 专业英语
华中师范大学	地理专业英语（英文） 地理信息科学专业英语 交通地理学（英文） 经济地理学（混合） 可持续发展基础（英文）		
首都师范大学	地图学与地理信息系统专业全英文课程（共计15门）	中国地质大学	专业前沿文献阅读与科学报告写作（GIS） 社会地理计算
辽宁师范大学	遥感数字图像处理（双语） 时空大数据分析（双语）	安徽师范大学	第四纪环境研究（双语） 城乡生态与环境规划（双语） GIS软件高级应用（双语）
兰州大学	经济地理学（双语） 环境学（双语） 水文学原理（双语） 环境毒理学（双语）		
云南大学	地理专业英语		地理专业英语
西北大学	The Principle of Geo-informatics 专业英语	广州大学	气候变化与人类响应（双语） 地理专业英语
新疆大学	地理科学专业英语 专业英语	湖南师范大学	专业英语

注：表格中未列明院校为该院校官网培养方案中未标注是否开设双语课程。

面仍存在不足。我国高校地理学双语教学现状和存在的问题可从课前筹备、授课教学、课后考核与反馈3个方面总结。

2.1　课前筹备

1）师资力量不足。在双语课程教学中，师资是关键要素。高校双语教学课程教师的英语水平、专业功底以及对教学课堂的把握将直接影响双语教学课程的成效，其中授课教师的英语水平被认为是高校双语教学课程发展需解决的首要问题[21]。目前双语课程多由学科专职教师负责授课，授课语言多为中英文混合，也存在大部分使用英文材料但仍为中文授课的现象。英语能力较好的授课教师或外籍教师也会以全英方式开展授课[22]。

2）缺乏合适的双语教材。目前仍缺少通用的双语课程教学用书，部分高校（如南京信息工程大学）选择引入国外经典教材进行教学，但英文著作辅助双语教学仍存在原著教材阅读难度较大、教材难以匹配教学进度等问题[6]。外文原著的引进存在意识形态把

控、学生阅读困难、书本费用高昂等问题。

2.2 授课教学

1）学生英语水平存在差异。英语四级、六级是对高校学生英语能力的评判标准之一。研究表明，英语四级达到优秀或通过英语六级测试的学生具备了在全英文授课环境中学习的能力，并能从双语教学课程中受益[23]；但不少学生的听说能力较弱，这种“哑巴英语”为双语课程授课增加了一定阻力。部分学生虽通过英语四级、六级考试，却仍看不懂专业英文文章[24]。对于英语能力较薄弱的学生，英语授课与板书是学习的第一道坎，其次才是对于专业知识的吸收；而对于英语基础较好的学生，也存在双语课程专业知识深度不够的情况。

2）学生主观能动性较弱，教学效果欠佳。双语课程的开展更需要师生共同配合。授课教师需备课，学生也应尽量做好预习，对当节课程中不熟悉的英语单词与内容进行课前查阅，避免因英文问题而影响教学效果。有别于中文课程，双语课程更需要学生及时反馈上课状态，包括英文课程节奏是否过快、对专业英语的理解等；但在实际教学中，学生多处于被动接收的状态，其主观能动性较弱，积极性仍有待提高，学生更应以“主人翁”态度主动参与到双语课程中。

3）授课方式单一，课堂互动少。传统教学围绕教师—教材授课，这种“填充式”全英教学不利于学生对内容的吸收。双语教学应注重学生的主体地位，鼓励学生充分融入课堂，积极思考并参与互动，让学生在讨论、思考和尝试的过程中不断提升其口语表达交流的能力。

2.3 课后考核与反馈

1）课程考核形式受限。双语课程中的学生考核方式过于单一，主要包括课堂参与和期末考察，课堂参与包含课程出勤、课堂发言等；期末考察则以纸质笔试为主，常采用双语或全英文的方式。

2）教学评价方式单一。高校双语课程的教学评价方式较单一，多通过学生在学期末进行打分评价来完成[25]；但打分制方法较难了解授课细节和学生感受。

3）课程开设数量较少。目前多数高校仅开设一门本科双语教学课程，使得授课教师较难合理进行课程设置与教学安排；且由于单期课程学习时长较短，较难培养学生双语学习习惯。

4）课后师生交流较少。双语课程的课后交流主要包括对当天专业知识的答疑以及在专业英语学习上的指导。实际中却存在学生课后提问较少、师生间对课程授课与学生吸收情况交流不足等问题。

3 改革措施与建议

中山大学地理科学与规划学院（简称中大地院）共有教职科研人员81人，其中外籍教师2人。目前中大地院地理信息科学专业共开设5门双语课程，参与双语课程教学的教师为5人。中大地院将学生的首次双语课程安排为大二下学期的《专业英语》课程，共36学时，课程前半段由授课教师讲解专业英语知识，后半段则以学生小组讨论的方式，自选主题进行英语演讲与交流；课程中配合多样化英文作业，如个人英文简历制作、撰写英文邮件与摘要等。该双语课程得到了学生较好的认可，这得益于课程开设时间的合理性，大二下学期学生已完成公共课和基础专业课的学习，此时开展双语课程，既可精确学习专业英语表达，又方便学生进一步查阅英文资料，及时追踪国内外研究前沿，强化自身专业能力。然而，双语课程设计方案仍有值得改进的地方，如可针对学生英语水平调整双语课程难度，或大三、大四额外开设专业应用与前沿的双语课程，围绕专业领域中的前沿理论、技术方法与行业应用进行教学。

3.1 课前筹备阶段

1）强化教师队伍建设。教师队伍是高等教育教学的关键主体，教师队伍建设也是高等教育改革发展的基础工作[26]。建议优先将在外语环境中求学或工作过较长时间的海外引进人才纳入双语课程建设；注重对双语授课教师的培养，如定期安排外派交流学习、岗前培训、课程试讲等；通过加设或另设双语教学课酬的方式，吸引更多优秀人才参与到双语教学建设中，最终形成一支专业涵盖适宜、年龄跨度合理的高校双语教学队伍。

2）核定双语教材。双语教材可通过专家协商、征求意见等方式，选择具有典型性、示范性，且意识形态正确的英文著作，或选择广受业内认可且满足教学目标的经典著作。同时，应加强我国自有知识产权的双语教材编写。

3）完善课程培养方案。双语课程培养方案是从专业培养角度对双语复合型人才培养提出的具体要求和措施。完善培养方案对我国高校双语教学课程发展具有重要作用，如北京大学的《本科专业核心课程手册》中便有对《普通生态学1》等多门双语课程的介绍。这种面向公众公开的培养方案既能提升学生与社会各界对双语课程培养体系的了解，也有利于各高校

共同努力，促进我国地理学双语课程培养体系的建设与发展。

3.2　授课教学阶段

1）做好课程设计。在纯英文授课的学习环境中，既需要教师课前引导学生预习，使其提前熟悉相关的专业术语，又要求教师把握教学节奏，注重师生互动。课程中还可尝试开展小组讨论或互动游戏（角色扮演等），或由学生主导分析相关案例、领读英文文献，充分发挥学生的主体作用。

2）增设课程助教。授课中可安排具有一定双语能力的助教辅助课程开展。助教可由同学院乃至同专业的优秀师兄师姐担任，其年龄、兴趣爱好、学习经历与学生接近，有助于学生积极寻求帮助，并及时反馈课程教学情况。

3）提升课程丰富性。地理学科旨在探究地球表层系统在自然与人为影响下的变化与发展，研究对象广泛丰富。关于地理学专业知识的讲解，国内外均有丰富的多媒体资源可作参考，因此可通过多样化的课堂内容和授课形式提升学生的注意力。

3.3　课后考核与反馈阶段

1）细化学生课程考核标准。双语课程的考核可由课堂参与、作业反馈与期末考察等部分组成。课堂参与包括学生课程出勤情况、课堂发言、小组讨论和演讲汇报等；作业可包括英文简历制作、英文摘要书写等；期末考察以笔试或提交课程论文为主。

2）完善课后反馈与教学评价。一方面，通过设立专门督导部门，由资深教师负责日常课程巡检，进行教学评价，以促进双语课程优化；另一方面，学生可分别于开课后、学期中、课程末等时段进行多次教学评价，使教师及时了解学生的反馈、感受与课程建议等。在评价方式上，除常规打分外，还可设置问卷调查、课后谈话、意见邮箱等途径。

3）增强课后师生互动。授课教师在课后应及时向学生征询了解当堂课程的学习情况、学习感受及其对双语课程设置、课程互动的想法，方便授课教师进行适当调整。

3.4　粤港澳大湾区双语课程特点

粤港澳大湾区是我国开放程度最高、经济活力最强的区域之一，在国家发展大局中具有重要战略地位。然而，大湾区内具备国际视野并适应国际化工作的双语人才仍十分缺乏。与内地其他高校相比，大湾区高校在双语课程建设和双语人才培养方面的覆盖度较高；但各高校的双语或全英课程建设水平参差不齐，如中国香港和中国澳门已将英语作为基本交流用语，而其他城市的双语课程建设还需进一步提升。

在双语课程建设方面，可针对不同学段的本科生提供不同难度的双语课程，或将双语教育融入日常授课中，包括使用英文测卷、英文汇报、英文讨论等，使双语教育切实深入到学生的日常学习中；也可通过丰富不同途径的双语课程资源，拓宽双语教育渠道；还可利用互联网平台，借由O2O教学与翻转课堂教学来更快地推动双语课程建设。

4　结　语

经过多年发展，我国高校地理学双语课程建设已初见成效，但仍存在一些亟待解决的问题。本文以中大地院地理信息科学专业中《专业英语》双语教学课程为例，从课前筹备、授课教学、课后考核与反馈3个方面探讨了我国高校地理学双语教学体系中存在的不足，并提出了相应措施与建议，为促进我国高校双语教学体系发展、提升高校教育国际化水平提供参考。

本文针对双语课程筹备中存在的师资、通用教材不足等问题，提出加强专业教师人才引进与培养、完善培养方案与优选教材等建议；针对授课过程中教学模式单一、学生英语水平不同、积极性不足等问题，提出通过丰富课程内容、使用多媒体设备辅助授课、增设助教等方式提升双语课程教学活力等建议；针对课程考核与教学评价方式单一等问题，提出强化师生互动、细化学生课程考核标准、开展阶段性课程反馈等建议。

地理学双语建设是促进我国高等教育国际化，提升学生国际竞争力的重要方式，也是我国高校地理学科教育发展的一大趋势。双语教学活动的开展需要授课教师、学生、课程体系等多方面的共同配合。我国地理学双语课程需要在更多的实践与探索中发展并形成适合中国国情的双语教学模式，培养出更多服务国家“一带一路”和“人类命运共同体”等重大倡议，并敢于在国际舞台上表达中国见解的高层次地理学双语人才。

参考文献

[1] 傅伯杰. 地理学:从知识、科学到决策[J]. 地理学报,2017,72(11):1 923-1 932

[2] 傅伯杰,冷疏影,宋长青. 新时期地理学的特征与任务[J]. 地理科学,2015,35(8):939-945

[3] 李新,袁林旺,裴韬,等. 信息地理学学科体系与发展战略要点[J]. 地理学报,2021,76(9):2 094-2 103

[4] 谈多娇. 双语教学:中国高等教育国际化的战略选择[J]. 教育研究,2012,33(11):83-86
[5] 教育部. 关于加强高等学校本科教学工作提高教学质量的若干意见[Z].
[6] 龚绍琦,毛长娟,祝善友.《遥感原理与应用》课程双语教学改革的思考[J]. 地理空间信息,2016,14(4):102-104
[7] 邓俊,蒋昕. 论旅游高等教育中的双语教学实践[J]. 旅游学刊,2003,18(增刊1):38-41
[8] 韩惠,闫浩文,杨树文,等.《计算机地图制图》双语课程的实践与探讨[J]. 地理空间信息,2013,11(4):165-166
[9] 王俊. 探究式学习:改善高校双语教学实效的一个新思路[J]. 江苏高教,2013(2):68-69
[10] 林岑,来小彬,钱晓路. 渐进式双语教学在护理学导论课程中的实践和评价[J]. 卫生职业教育,2023,41(8):46-49
[11] 陈红蕾. 双语教学的实践与思考[J]. 高教探索,2003(3):59-60
[12] 周恩,丁年青. 大学英语教学与双语教学的衔接:现状与思考[J]. 外语界,2012(4):68-75
[13] 邱志伟,牛原,郭玄烨,等. 测绘工程专业硕士"2+1"国际化培养模式探讨[J]. 地理空间信息,2022,20(9):157-159
[14] 郑大湖,戴炜华. 我国高校双语教学研究十年:回顾与展望[J]. 外语界,2013(1):54-61
[15] 教育部. 关于启动2007年度双语教学示范课程建设项目的通知[Z].
[16] 刘昌亚. 加快推进教育现代化 开启建设教育强国新征程:《中国教育现代化2035》解读[J]. 教育研究,2019,40(11):4-16
[17] Meehl G A, Tebaldi C. More Intense, More Frequent, and Longer Lasting Heat Waves in the 21st Century[J]. Science,2004,305(5 686):994-997
[18] Luo M, Lau N C, Liu Z, et al. An Observational Investigation of Spatiotemporally Contiguous Heatwaves in China from a 3D Perspective[J]. Geophysical Research Letters, 2022,49(6):97 714
[19] 刘卫东. "一带一路"战略的科学内涵与科学问题[J]. 地理科学进展,2015,34(5):538-544
[20] 中国地理学会,教育部高校地理科学类专业教学指导委员会. 2020年地理学学科发展与高校地理学院院长论坛举行[J]. 地理学报,2020,75(8):1 554
[21] 韩立新,于诗卉. 高校双语教学改革的若干问题思考[J]. 教育科学,2013,29(6):35-41
[22] 杨太保,于永涛,郭万钦,等. 地理学基地班专业课双语或外语教学的探索与实践[J]. 高等理科教育,2003(增刊2):109-111
[23] 韩建侠,俞理明. 我国高校进行双语教学学生需具备的英语水平[J]. 现代外语,2007,30(1):65-72
[24] 游珍,蒋庆丰. 双语教学在地理学中开设的时机与条件:以地貌学为例[J]. 高教论坛,2009(11):78-80
[25] 央宗. 人文地理学课程双语教学的几点思考[J]. 西藏大学学报(汉文版),2007,22(增刊1):82-84
[26] 景安磊,周海涛. 加强高校教师队伍建设的关键任务和路径探析[J]. 国家教育行政学院学报,2019(3):48-52

(上接第79页)

[12] 李飞,杨成生. 基于InSAR技术的大锡特金火山形变监测[J]. 地理空间信息,2022,20(6):47-50
[13] 蔡杰华,张路,董杰,等. 九寨沟震后滑坡隐患雷达遥感早期识别与形变监测[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2020,45(11):1 707-1 716
[14] 廖明生,王茹,杨梦诗,等. 城市目标动态监测中的时序InSAR分析方法及应用[J]. 雷达学报,2020,9(3):409-424
[15] Hooper A, Andrew A. A Multi-temporal InSAR Method Incorporating Both Persistent Scatterer and Small Baseline Approaches[J]. Geophysical Research Letters,2008,35(16):96-106
[16] Yang M, López-Dekker P, Dheenathayalan, P, et al. On the Value of Corner Reflectors and Surface Models in InSAR Precise Point Positioning[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing,2019,158:113-122
[17] 张雨田,许晓东,石军南,等. 联合Sentinel-1和Sentinel-2数据反演森林蓄积量[J]. 四川林业科技,2022,43(2):71-80
[18] 张路,廖明生,董杰,等. 基于时间序列InSAR分析的西部山区滑坡灾害隐患早期识别:以四川丹巴为例[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2018,43(12):2 039-2 049
[19] 莫莹,朱煜峰,江利明,等. 基于Sentinel-1A的南昌市时间序列InSAR地面沉降监测[J]. 大地测量与地球动力学,2020,40(3):270-275
[20] 吴新辉. 基于移动二次曲面拟合的GNSS点高程异常计算[J]. 河南工程学院学报(自然科学版),2021,33(1):54-58
[21] 郭海朋,白晋斌,张有全,等. 华北平原典型地段地面沉降演化特征与机理研究[J]. 中国地质,2017,44(6):1 115-1 127
[22] 李文鹏,王龙凤,郭海朋,等. 中国地面沉降防治成效与对策建议[J]. 中国水利,2021(7):32-35
[23] 杨会峰,曹文庚,支传顺,等. 近40年来华北平原地下水位演变研究及其超采治理建议[J]. 中国地质,2021,48(4):1 142-1 155
[24] 张亚迪,李煜东,董杰,等. 时序InSAR技术探测芒康地区滑坡灾害隐患[J]. 遥感学报,2019,23(5):987-996