附件目录

成果名称：核心素养导向的研究生新地学野外教学课程设计与实践

成果完成人：吴福元、林伟、彭澎、刘立波、艾印双

成果完成单位：中国科学院大学

一、成果总结

二、支撑材料目录

1　高等地球科学野外实习课相关指导书（指南与手册）

包括:（1）华北克拉通形成与破坏地质实习指南;（2）阿尔卑斯野外地质实习指南;（3）中国东部克拉通形成与破坏野外地质实习指南;（4）地震学-地震仪器操作及流动地震台站布设野外实习手册。

2　高等地球科学野外实习课相关报道

3　出版教材:《华北克拉通形成与破坏野外地质实习指南》(林伟　彭澎　周锡强　郭敬辉　陈代钊等著，科学出版社，2020 年）

4　高等地球科学野外实习课心得体会

5　项目教学理念论文（吴福元等，中国科学院院刊文章）

6　项目教学经验总结论文（尹松等/教育处，高等教育出版社论文集文章）

一、背景与成果

当前，地球科学研究面临巨大变革，面临从传统野外尺度的观察发展为跨尺度地球动力过程以及从单一数理体系到复杂非线性地球动力学系统运行机制的研究。在此背景下，多尺度非线性地球系统科学观成为本领域研究生教育所需的核心素养；传统的教材和教学方式均面临全面挑战。2011 年，中国科学院大学（以下简称我校）围绕这一问题设立核心素养导向的研究生新地学野外教学课程项目，组成由地球与行星学院牵头建设单位中国科学院地质与地球物理研究所吴福元院士牵头，林伟、彭澎、刘立波和艾印双等岗位教授为成员的项目组。项目组在 2001 年以来各类野外教学实践经验的基础上，重组建设适应未来发展需求的新地学实习课程。2013 年条件成熟，正式开设研究生新地球科学综合野外实习课；2020 年项目通过验收。至今，该课程已经成为博士和硕士生专业课。我校将这一课程纳入在建的北京市高精尖学科（地质与地球物理学）以及教育部批准的四个一级学科的示范课程，开展跨学科、跨尺度、跨系统教学实验，为实现研究生教育向核心素养培育的迭代，实现以德育铸魂为统领的五育并举五育融合教育持续尝试。课程涉及四大核心学科：地质、地球物理、地质资源与地质工程、行星科学，并适度向四大学科——天文学、生命科学、化学、物理外延。该课程核心任务是建设涵盖多学科的实习基地，指导研究生开展地质-地球化学-地球物理-地质资源与地质工程-空间科学等多学科综合认知学习与科研实践，更新实习课程教学

理念，完善课程学习、技能培训和现场实习三位一体的教学体系，实现研究生教育教学从“双基”到“三维目标”的跃升，完成课程学习到科研实践的转变，实现“核心素养”培育目标，培养全面发展的新型研究生。项目负责人吴福元入选北京市优秀研究生指导教师团队。作为北京市首批高精尖学科（地质学与地球物理学）建设的示范工程，本项目为学科教育跨越式发展做出贡献，为北京市新兴前沿交叉学科的形成和“四个中心”定位做出成绩。

成果一：融合多元思政元素，建设跨学科教学平台系统。根据地球科学学科特点和教育教学要求，创新野外教学模式，设立适合多学科交叉研究与学习的实习基地。如，密云基地以地壳演化历史为主轴，以地壳的结构、岩石组成、多期次构造事件、地球物理观测、环境保护和灾害防治等为学习研讨核心内容。建成实习基地 8 处，包括：地质学-地球化学综合实习基地 5 处（学校周边、阿尔卑斯、蓟县、宜昌和冀东）；空间科学综合实习台站 2 处（北京十三陵和黑龙江漠河）；地球物理学综合实习基地 1 处（易县）。目前，以上实习基地运行状态良好。项目在北京市的密云、怀柔、昌平等多地地质、空间、工程与地质灾害观测点/基地，曾登上北京卫视《大先生》第一期等节目，不但有力支撑了课程建设，宣传了北京，也为泥石流、滑坡等灾害防治集智，发挥积极作用。建成的相关教学基地已经建设成本校重要实习教学基地。

成果二：更新迭代教材与教学理念，持续教育教学实践。根据学科特点，准备教学课件，针对不同层次学生，进行野外现场教学，指

导研究生进行现象观察、数据采集、数据解译和现象解释等，培养研究生解决科学问题的能力。项目组不断总结经验，迭代讲义和教案，共编写及完善实习指南、野外手册等19册，展板教具30余件，出版教材1本。现场野外教学学时累计达1448学时，累计为766名研究生授课。高等地球科学野外实习课程已经成为研究生选课率最高的课程（20%以上）。

成果三：持续完善知识体系与范畴，推动成果示范。教研相长，促进知识纵向延伸；结合研究紧密结合科研工作特点，设立基地建设科研项目，完善实习基地知识体系；开展实习基地多学科研究示范，提升实习基地学术重要性，激发学生科研兴趣，跟踪研究生科研发展，与北京市高精尖学科（地质学与地球物理学）建设和国家双一流学科建设对接，推动全新学科发展。项目直接投入经费近400万元；授课教师团队累计达22人，授课累计154人次。项目核心团队均获各种奖项，如，吴福元入选北京市优秀研究生指导教师团队，林伟获得李佩优秀教师奖等，林伟、彭澎、刘立波获中国科学院朱李月华优秀教师奖。

本教育教学实践自2013年实施以来，通过更新教学理念，完善教学体系，取得了良好的效果。通过此项目，共建成实习基地8处。共编写及完善实习指南、野外手册等19本，展板教具30余件，正式出版教材1本。项目组5名核心成员均担任主讲教师；全部22名授课教师团队中，院士4人（翟明国、万卫星、吴福元、底青云），杰青12人；授课154人次。现场野外教学学时累计1448多学时，已为766名研究生授课。实现了从书本知识到现场实践的转换，完成了研

究生从学校教育到科学研究的过渡，提高了研究生的学习兴趣，促进了项目承担单位研究性人才的培养，实现了新地球科学系统观核心素养培育的提升。

二、主要方法与创新

新地学处于当前科技加速更新和去学科化发展压力的前沿，如何面向2035年，实现研究生教育从知识传授到素养和能力培育的“核心素养”培育升级，是当前地学教育面临的最大难题。其次，地球科学是一门实践性很强的学科。课堂教学配合实验室实习很难完成教学三目标。如何让初入地球科学的研究生学会观察现象，进行现场采集数据，运用理论知识进行解释是地球科学教育教学面临的一大难题。第三，地球科学还具有学科综合性强，地学思维综合等特点。学科综合性强表现在，要求学生具备全面的知识体系，具有驾驭多学科知识和研究方法能力。综合思维能力要求高，要求学生具有清晰的时空演化概念，并且具备时空叠合解决地球科学问题的能力；并且要有反演和正演相结合的能力，通过“将今论古”推测地球历史。针对地球科学教育教学面临的如何实现现场教学，培养学生观察能力，数据采集能力，知识运用能力，学科综合能力和地学思维能力等诸多问题。本项目通过野外基地/平台多学科教学和研习开展实践，从如下三个主要方面解决地球系统科学观核心素养培育问题：

方法一：建设多尺度观测平台，“看得见-摸得着-想得出”，满足现场教学示范与互动需求。从微观到宏观，从微米到光年，通过指导学生现场操作，综合运用情景教学、动手练习等教学方法，突出教学

过程中的学生主体地位，调动学习的自主性，让学生学习如何对典型地学现象进行观察与解释、熟悉核心数据采集与数据分析等，注重培养学生动手能力和解决实际问题的能力。

方法二：设计非线性系统教学内容，“理论-问题-模型”，通过野外观察与解释，贯通理论与前沿。根据现象，重现理论：将非线性地球系统看不见的问题转化为看得到的现象，通过观察引导学生理解现象背后的内涵及所涉及的概念和原理；抽丝剥茧，简化问题：将深奥的科研工作转变为对科学问题的层层分析，以学科前沿进展和最新研究成果为主线，通过研究实例理解地学的基本原理，训练研究生通过基本原理解决地学问题，引导学生进入新的交叉前沿领域，探索未知。

方法三：融入超学科思辨思政启迪元素，“观察-思辨-检验-思辨-观察”，提升地学思维培育效果。超越地质学、地球化学、地球物理学、空间科学，贯通生命科学、化学、天文学和人工智能等学科思维，精讲博引，提升思辨，将多尺度全球非线性系统科学地学思维的构建作为教育教学工作的核心。通过现象观察与解释、小组讨论、师生互动等多种形式，结合科研实例讲解与引申，训练学生的综合思维能力、地学时空观念以及“将今论古”学术思路。通过思政元素融入，践行五育并举五育融合教育理念。

核心素养导向的研究生新地学野外教学课程设计与实践项目在实践平台构建，师生教研相长以及训练思辨与逻辑等方面实现创新：

创新一：量身打造、构建平台，实现超越学科的横向联系。一方面，利用研究所多学科优势，建设实习基地，开展多学科综合教学实

践；另一方面，通过现象-分析-认知一体化教学，将研究前沿问题和研究成果直接引入教学，从现象到分析到认知，实现观察、研究和知识无缝衔接。如空间科学实习课程，利用中国科学院日地环境探测网络优势，结合空间环境野外台站的实际探测业务，独立设计了空间物理专业研究生在台站实习平台，量身打造教学实习内容，不但直接进行空间物理学科教学，同时，通过地球圈层起源和相互作用的分析，全面认识地球科学不同专业的内在联系。

创新二：教研相长、相得益彰，促进多尺度知识的纵向衔接。本课程注重开放式基地建设。一方面，通过设立研究项目，推进教育教学基地建设；另一方面，结合互动式教学方法，实现教研相长，开放式的吸纳同行甚至学生的研究成果，不断完备和更新教学基地知识体系。如，课程主讲教师根据培养单位目前主体研究特色：华北克拉通破坏在具有野外实习地区的地质表现，将最新的研究成果，落实到野外地质现象的表现，并将其凝练地学前沿基础科学问题，指导研究生将野外观察和基本理论有机结合，建立学术研究的工作思路，引导学生对培养单位特色工作——“华北克拉通破坏构造过程”和地球‘中年期’地质演化等系列成果的有了更加深刻的认识。

创新三：巩固基础、训练思辨，提升地学非线性系统科学思维能力。本课程注重从现象到本质的学术分析和思维能力训练。地学思维将时空思辨、正演和反演等思维能力发挥到了极致。本教育教学项目的成功正是在于我们将地质思维的教学互动放到了重要位置。如，地壳形成演化方面的教学中，项目组注重通过岩浆岩、沉积岩和变质岩

记录，结合构造现象，从时间和空间维度引导学生思考地壳演化历史，结合现今全球构造格局观测结果，分析和认知早期地壳的形成与演化，理解地球跨系统跨圈层非线性系统运行机制。

三、实践效果

第一：实现了从书本知识到现场实践的转换，完成了从课程学习到科学研究的过渡。项目直接投入经费近400万元；授课教师团队累计达22人，授课累计154人次。共编写及完善实习指南、野外手册等19册，展板教具30余件，出版教材1本。现场野外教学学时累计达1448学时。相关课程已经成为研究生选课率最高的课程（20%以上），2016年达40%，且连续多年选课率均在32%以上。实习课补充了学校到研究所之间的环节缺失，补充了专业研习和地学大思维之间的专业知识缺失，实现了从书本知识到现场实践的转换，完成了从课程学习到科学研究的过渡。

第二：提高了学习兴趣，提升了教学效果，促进了跨尺度非线性地球系统研究新型人才培养。本课程通过实习教学，将纯粹的理论转变为看得到的现象，将思维中的时空想象场景转化为可以有观察依据，并根据地学逻辑层层递进的思维过程，这一尝试大大提高了研究生的学习兴趣，提升了教学效果。而且，与课题组注重某一专门领域的钻研不同，本项目设立的实习课程全景的展示了地学多学科之美，立足研究实例，深入的讲解了不同学科科研工作情况，通过教研相长，促进了研究所新时期全面发展的研究型人才的培养。认知实践每年为本所二年级硕士生和一年级博士生授课，并为研究所联合培养的多所大

学的高年级本科生授课。不完全统计，参加课程学习的766名研究生中，超过1/2已经走上研究岗位，部分研究生已经成为行星科学等新兴学科方向的学科带头人。为新兴学科如行星科学和深地科学等的发展输送大量人才，起到了支撑作用。

第三：教学理念变革，实现了地球系统科学观核心素养的培育，教学模式的到发展和推广。该课程通过推广现场教习、科研示范与教学互动，更新了教学理念，完善了研究所从专业教育、技能培训到野外实践三位一体的教学体系。研究所积极推广这一教学模式，并正将这一课程建成研究生必修课程。目前正在推动根据教学主体专业的不同细微调整教学内容，撰写不同类型的课件。该模式也得到了本校地星学院的好评，研究所在积极考虑与校本部合作，将该课程作为地学研究生的专业课推广至全院。

核心素养导向的研究生新地学野外教学课程设计与实践项目为践行研究生发展向“核心素养”培育的迭代，实现以德育铸魂为统领的五育并举五育融合教育，取得了实际进展：建设了涵盖多学科的实习基地，完善了课程学习、技能培训和现场实习三位一体的教学体系，持续指导研究生开展了地质-地球化学-地球物理-空间科学等多学科综合认知学习与科研实践，在跨尺度非线性地球系统科学科学新型研究培育方面取得了实际效果，实现研究生教育教学从“双基”到“三维目标”的跃升，完成课程学习到科研实践的转变，实现“核心素养”培育目标，培养全面发展的新型研究生。通过长期不懈努力，全面实现了项目预设目标，为新时期研究生教育改革提供新的范例。项目在密

云、怀柔、昌平等北京多地建设有地质、空间、工程与地质灾害观测点/基地，不但有力支撑了课程建设，丰富了北京研学内容，也为泥石流、滑坡等灾害防治发挥积极作用。**作为北京市首批高精尖学科（地质学与地球物理学）建设的示范工程，本项目为我校学科教育跨越式发展做出重要贡献，在北京市优势特色学科以及新兴前沿交叉学科建设和“四个中心”城市战略定位中做出成绩。**