

加强海洋地球物理课程实践教学探索

刘晓博

中国地质大学（北京）海洋学院，北京 100083

DOI:10.61369/ETI.2026020017

摘 要：《海洋地球物理》是“海洋科学”学科的支柱课程之一，为达到培养学生动手与创新能力的培养目标，加强实践环节的教学是实现这一目标的重要手段。本文提出了多层次实践教学体系，建立了常态化室外实训机制，开发了基于真实数据的虚拟仿真平台与案例库，给出了分阶段实施计划，制定了课堂课外实践教学计划，在课堂中强化师生互动教学以提升学生的读解与编程能力，借助课外活动时间对学生开展有针对性的课题自主设计与编程实现能力综合培养，利用寒暑假开展野外实地考察，参加野外地球物理参数测量及数据处理等实践活动，培养学生解决实际问题的能力。这种采用虚实结合走出课堂的教学模式，可有效提升学生的野外观测、仪器操作及数据处理能力，为培养适应海洋地球物理科研与工程需求的高素质人才提供可借鉴的路径与经验。

关 键 词： 海洋地球物理；实践教学；MATLAB

Exploring Approaches to Strengthen Practical Teaching in Marine Geophysics Courses

Liu Xiaobo

School of Oceanography, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083

Abstract： "Marine Geophysics" is one of the pillar courses of the Marine Science discipline. To achieve the goal of cultivating students' practical and innovative abilities, strengthening the practical components of instruction is essential. This paper proposes a multi-level practical teaching system, establishes a regular outdoor training mechanism, and develops a virtual simulation platform and case library based on real data. It outlines a phased implementation plan and prescribes classroom and extracurricular practical teaching schedules. Classroom instruction emphasizes interactive teacher-student engagement to improve students' reading comprehension and programming skills, while extracurricular time is used for targeted, student-led project design and programming to develop comprehensive implementation capabilities. Fieldwork during winter and summer breaks provides opportunities for on-site investigation, measurement of geophysical parameters, and data-processing practice, all aimed at training students to solve real-world problems. This blended virtual-and-field, out-of-class teaching model can effectively enhance students' field observation, instrument operation, and data-processing skills, offering a practical pathway and valuable experience for cultivating high-quality talent to meet the research and engineering needs of marine geophysics.

Keywords： marine geophysics; practical teaching; MATLAB

引言

海洋地球物理是海洋科学中一门重要的分支学科，其理论与方法为海洋地质、海洋化学、海洋环境、大气海洋、石油工程等学科提供了支撑。海洋地球物理科学技术水平是国家海洋高科技实力的具体体现，也是建设海洋强国的重要组成部分^[1]。

海洋地球物理是一门集数学、物理于一体的学科，对数理的要求很高，并且还是一门新兴科学，在某些方面仍处于探索阶段，存在大量需要解决的新问题。因此海洋地球物理专业的学生必须学好物理、数学基础理论，牢牢掌握海洋地球物理科学相关基本知识、培养处理问题的基本技能，在加快推进建设海洋强国的道路上，勇攀科学高峰^[1]。

海洋地球物理课程旨在使学生掌握海洋物理场观测与解释的基本理论与方法，能熟练使用常用海洋地球物理仪器与测量平台，设计观测方案并开展现场数据采集，具备野外观测与数值建模能力，强化数据分析与问题解决技能。因此加强培养学生实践能力是海洋地球物理教学的重要组成部分和教学培养目标，培养学生的实际科研与工程伦理及团队协作素养，为学生未来从事海洋资源勘探、环境监测与海洋工程地球物理研究与应用奠定坚实基础。

基金项目：中国地质大学（北京）2024年《海洋地球物理》课程思政教学改革项目（项目编号：KCSZ202414）。

作者简介：刘晓博（1990-），女，山东人，博士，副教授，博士生导师，研究方向：海洋地球物理探测。

一、在课堂中强化学生的编程能力培养

（一）海洋地球物理的属性特点

海洋地球物理以海洋实地观测为基础、强调多学科交叉、以数据驱动与定量分析为核心、兼具理论研究与工程应用，是一门新兴学科。随着计算科学的发展，计算海洋地球物理已成为海洋科学不可缺少的重要组成部分，求解数学物理方程是海洋地球物理研究主要内容之一，地球物理学者已开展了系列数据处理与计算研究^[1]。因此在海洋地球物理实践活动中，数值计算和模拟必不可少，需重视算法研究与实践，不断提高算力，以计算技术推动海洋地球物理的理论与实践创新，促进海洋地球物理学科跨越发展^[1, 2]。

（二）在课堂中强化以编程训练为核心的互动教学环节。

为了提升学生的问题解决能力和创造力，根据海洋地球物理学科特点，基于易于编程 MATLAB 软件平台，课堂将编程训练置于互动教学的核心地位。将教学内容划分不同层级，其流程包含简短讲解、动手实践与阶段性汇报三部分：教师用直观示例引入编程概念，让学生立刻上机实现，通过小组演示与同伴互评促进反思与知识固化。借助 MATLAB 可视化工具与版本控制平台，以降低入门门槛并记录学习轨迹，教师据此进行差异化指导与及时反馈。通过项目驱动式设计真实情境任务，鼓励学生在小组内协作完成编码挑战，分工讨论算法思路并实时演示与调试结果。设置挑战等级与开放性扩展任务，既满足不同能力层次学生的成长需求，又激发学习兴趣^[3-5]。将时距曲线等具有浓烈地球物理色彩的教学内容展示于课堂，课堂互动从被动接受转向主动探索，编程不再仅是技能训练，而成为培养逻辑思维、协作能力与创造力的有力载体。

二、充分利用课外活动时间，培养学生的编程实践能力

为落实因材施教教育方针，课外活动是培养学生编程实践能力的宝贵时间。开展课外实践活动，提供真实问题与合作机会；鼓励学生自主设计参加编程、开源协作与创新实验，强化动手调试与版本管理技能；定期分享与代码互评，激发兴趣，培养学生项目意识与解决问题的能力。为达到这一教学目标，根据课程特点，经过优选设计安排了如下四次课外教学实践活动^[6-8]。

（一）实训案例 1：重力勘探课外实训

在学习完海洋重力测量后让学生利用课外活动时间开展编程与测量实际训练，这一部分的重要内容是重力异常正演，包括密度均匀球体，铅锤台阶，倾斜台阶等；重力异常反演，包括最小二乘光滑约束反演，重力异常的延拓等^[9-11]。选择铅锤台阶作为典型实例，让学生自主地建立模型，设计重力异常正演算法流程，根据模型编程实现重力异常正演模拟计算，绘制重力异常曲线，撰写实训报告，总结理论计算实践心得。

给定模型参数为台阶顶底面深度分别为 $h=15\text{ m}$ ， $h=50\text{ m}$ ，剩余密度 $\sigma=1\text{ t/m}^3$ ；并计算当铅垂台阶底面向上移动 12 m 时的

重力异常。

（二）实训案例 2：磁法勘探课外实训

磁异常计算是磁法勘探的重要内容，磁异常正演主要包括球体的磁异常，水平圆柱体的磁异常；磁异常的处理与转换包括磁异常解析延拓与磁异常分量间的换算^[9-11]。其中水平圆柱体的磁异常具有很强的典型代表性，将其计算安排为磁法勘探课外实训内容，让学生在课下设计模型并编程实现水平圆柱体磁异常计算。

模型参考参数：圆柱体的半径 $r=10\text{ m}$ ，圆柱体轴线所在深度 $R=20\text{ m}$ ，柱体等磁化率为 $k=0.015(\text{SI})$ ，柱体所在位置地磁场 $B=5000\text{ nT}$ ，磁化强度水平投影与观测剖面夹角 $A'=0^\circ$ ，计算 i ，分别为 0° 、 45° 和 90° 时的磁异常。

（三）实训案例 3：电法勘探课外实训

电法勘探中电磁场的衰减特性是电磁场在地层中的重要特征，大地电磁参数反演是电法勘探的重要组成部分，为此选择了均匀半空间电场的衰减和大地电磁的最小二乘光滑约束反演作为电法勘探课外实训内容。

（1）取地层电阻率为 $10\Omega\text{ m}$ ，电磁场频率为 10 Hz ，计算均匀半空间电场的衰减曲线。

（2）大地电磁优化反演计算，假设反演计算的原始数据由层状介质正演所得，选取三层状地层模型，3层的电阻率分别为 $\rho_1=15\Omega\cdot\text{m}$ ， $\rho_2=15\Omega\cdot\text{m}$ ， $\rho_3=30\Omega\cdot\text{m}$ ，第1,2层厚度为 $h_1=600\text{ m}$ ， $h_2=2400\text{ m}$ ，第3层为半无界，反演时地层厚度不变。

（四）实训案例 4：地震勘探课外实训

地震子波是地震波基础的一个重要概念，雷克子波的特征对认识地震剖面极为重要，地震波时距曲线是认识地层界面分布的重要理论依据，地震波时距曲线的定量计算是实现勘探数据处理^[6-8]的重要基础。为此选择了雷克子波及地震波时距曲线的绘制作为地震勘探课外实训内容

（1）编制显示地震雷克子波，分析雷克子波的时域波形及频谱，取主频 20 Hz 。

（2）假设地下有一水平地质界面，埋藏深度 h 为 120 m ，地层是均匀的各向同性介质，地震波传播速度为 1700 m/s ，炮间距为 $-600\sim 600\text{ m}$ ，采样点间距为 1 m ，临界角 i 取 30° ，绘制中点放炮共炮点的直达波、折射波和反射波的时距曲线。

三、海洋地球物理观察和实践能力培养

海洋地球物理学是一门实践性很强的应用学科，其观察和实践能力培养旨在通过系统的理论教学与丰富的现场实践，帮助学生掌握海洋地球物理观测的基本方法与数据处理技能。通过海上实习、模拟演练培养学生现场问题诊断与科学决策能力，使其能够独立开展观测、处理复杂数据并将观测结果应用于海洋资源勘探、环境监测与海洋灾害防范等实际工作中。

中国地质大学“多波多分量”研究团队与胜利油田等建立了良好的合作关系，为培养学生的观测能力提供了可实现的实践场所。

学生利用假期可以到胜利油田等海上亲自观察,并且体验^[12-15]。胜利一号坐底式钻井平台是一种移动式钻井平台,采用沉垫浮箱结构,通过注水排水实现升降和定位,适用于浅海钻探。平台稳定性好、运移性佳,主要在胜利油田浅海区作业。学生可以上平台在海上学习平台工作流程,在专家指导下参与平台的运行操作,学习掌控实际生产技能。

胜利油田海上采油三号平台位于渤海湾海域,离岸约10海里,水深13米,主体高36米,作为综合性海上生产中枢,集成油气处理、外输、自动化监控及生活保障功能。生产数据与视频通过高速网络实时传输至岸上,自动化系统支持一键关断,应急响应时间可缩短至15分钟内,真正做到了“气不上天、油不入海、水不外排”,是一个具有智能化管理水平的现代化海上采油平台。学生到海上平台可亲自听到专家的采油作业的流程介绍,了解油气水混合物通过密闭系统进行分离处理的方法与生产过程,学到怎样实现“气不上天、油不入海、水不外排”的科学方法;通过观察了解生产数据与视频传递过程,电力保障机制及现代化管理水平,通过与专家接触及现场观察全方位了解平台的运作与操作方式,通过直接参与实际生产及海上资料数据处理了解其生产流程与处理过程及处理方法,学习掌握其理论核心技术,了解生产和处理过程中存在的关键问题,为今后解决这些实际问题提供积

累第一手实际数据与资料^[14-16]。

通过海洋地球物理的实地观察和实践活动还可以培养学生的对海洋地球物理的研究兴趣与热爱,学习海上石油人的科学与奋斗精神,培养海洋地球物理学子的爱国情怀与为国奉献精神。

四、结语

针对《海洋地球物理》课程教学提出了(1)在课堂中加强编程与交互式教学、在课外安排自主课题设计与实现的教学方法;(2)建立常态化室外实训和寒暑假野外考察的实践教学机制。这种虚实结合、走出课堂的实践教学模式,形成明确的课堂—课外实践衔接机制,保证了教学环节的连续性与目标可测评性,为教学质量评估与持续改进提供了可操作依据,可系统提升学生在野外观测、数据处理与科研设计等方面的综合能力,为培养适应海洋地球物理科研与工程需求的高素质人才提供了可推广的思路。未来可进一步通过与科研、行业平台联动、拓展多源数据与仿真情景,持续优化教学资源配置与评价体系,提高实践教学的广度与深度,促进学生的计算思维、科研设计能力与团队协作精神,为海洋强国培养高素质人才。

参考文献

- [1] 张健等. 海洋地球物理理论与方法 [M]. 科学出版社, 2019-12.
- [2] 张志勇. 精通 MATLAB6.5[M]. 北京航空航天大学出版社, 2003: 468-495.
- [3] 陈超. 新时期地球物理学本科专业实践教学之思考 [J] 教育教学论坛, 2017(3): 98-101.
- [4] 刘国其. 地球物理学与空间物理学教学融合的探讨 [J] 教育教学论坛, 2019(52): 164-165.
- [5] 李宏卿, 曾昭发, 韩江涛. “勘查技术与工程 (应用地球物理) 认识实习”实践教学体系优化与实践 [J]. 黑龙江教育 (高教研究与评估), 2017(3): 25-26.
- [6] 穆帆, 何帅, 吴德钰, 等. 高校第一课堂与第二课堂协同育人现状及优化建议 [J]. 科教文汇 (中旬刊), 2019 (1) : 10-11.
- [7] 何平. 地球物理学专业本科生“第二课堂”实践育人的探讨, 教育教学论坛, 2019 (1) : 9-12.
- [8] 汪静, 胡玉才, 迟建卫. 基于大学生创新能力培养的物理教育教学体系构建与实施 [J]. 中国大学教学, 2021(3): 55-59.
- [9] 童孝忠, 柳建新编著. MATLAB 程序设计及在地球物理中的应用 [M]. 中南大学出版社, 2013-02.
- [10] 张平松, 吴海波等. 基于 MATLAB 的地球物理程序设计与应用 [M]. 中国地质大学出版社, 2020-01.
- [11] 刘鸿, 徐华宁, 刘欣欣, 等. 海洋地球物理数据处理现状及展望 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 2024-06.
- [12] 李士晓. 高校创新创业教育改革的研究与实践 [J]. 创新创业理论与实践, 2021, 4(6): 75-76, 79.
- [13] 吴书新, 岳冬梅, 刘永斌, 白玮. 创新创业教育视角下 ERP 沙盘课赛融合课程体系构建——基于“互联网+”时代下的教育教学改革 [J]. 创新创业理论与实践, 2021, 4(3): 76-77, 80.
- [14] 王章豹, 郑筱, 李杨, 等. 新工科背景下理工科大学生创新创业现状及影响因素的调查与分析 [J]. 高等理科教育, 2021(2): 30-38.
- [15] 徐行. 我国海洋地球物理探测技术发展现状及展望 [J]. 华南地震, 2021, 41(02): 1-12.
- [16] 张华, 杨海燕, 刘军, 等. 面向研究生创新创业能力培养的地球物理学专业实践教学体系构建 [J]. 东华理工大学学报 (社会科学版), 2018, 37(2): 164-167.