“重力学与重力勘探”课程教学改革与实践探索

王 俊，李 婷
中国地质大学（北京） 地球物理与信息技术学院，北京 100083

摘要：“重力学与重力勘探”是中国地质大学（北京）地球物理学专业的专业核心课程之一，对培养地球物理领域人才发挥着重要作用。然而，随着重力勘探技术与仪器的快速发展和行业需求的不断更新，当前课程教学体系已显滞后，具体表现为课程内容陈旧、教学方法单一、实践环节薄弱等，这些问题制约了人才培养质量。针对上述问题，本文结合已有教学实践，从课程内容优化、教学方法创新、实践环节强化等方面展开探讨：在内容上，注重将抽象内容具象化，并引入最新技术与案例；在方法上，采用翻转课堂与专题研讨等形式，激发学生自主学习和创新思维；在实践上，通过优化实践选址与评估机制，提升学生解决实际问题的能力。本文旨在探索构建与时俱进的教学体系，为提升本课程教学质量提供参考，也为培养符合行业需求的创新-实践型人才提供支撑。

关键词：地球物理学专业；重力学与重力勘探；教学体系；教学质量
中图分类号：G642 **文献标识码：**A **文章编号：**1006-9372（2026）04-0109-05

Title: Teaching Reform and Practical Exploration on the Course of Gravity and Gravity Prospecting

Author(s): WANG Jun, LI Ting

Keywords: geophysics major; gravity and gravity prospecting; teaching system; teaching quality

中国地质大学（北京）地球物理学专业旨在培养具备扎实地球物理学理论基础和实践能力的人才。作为该专业的核心方法之一，重力方法在课程体系中占据重要地位。近年来，为了适应学科专业发展的需要和用人单位新的需求，课程教学组对教学大纲进行了修订与优化，将原“重力学”课程更名为“重力学与重力勘探”课程，这一调整不仅保留了重力学理论方法的系统讲授，还新增了重力勘探实践操作相关内容，强化了理论与实践的有机结合，使学生能够更好地将理论知识应用于实际工作场景。

然而，尽管上述优化调整在一定程度上提升了课程的实用性，但整体课程教学体系尚未实现根本性变革。当前课程内容依然主要围绕地球重力场的基本理论、重力测量的仪器方法、重力数据的校正处理方法和利用重力数据研究地球内部结构和矿产资源等传统知识点展开。随着重力勘探领域的快速发展，新技术、新仪器、新需求不断涌现，但课程教学体系及内容未能及时更新，导致学生所学知识较为基础，与行业前沿脱节，难以满足现代地球物理工作的实际需求。此外，课程教学过于依赖陈旧知识点的灌输，授课模式也较为单一，这削弱了学生的学习主动性和积极性，进一步影响了课程的整体教学效果。

针对上述问题，本文基于教学大纲调整后的几轮实际教学经验，系统探讨“重力学与重力勘探”课程改革与实践的可能路径，具体包括课程内容的优化、教学方法的创新、实践教学环节的强化等方面。

一、课程内容的优化

现有课程教学内容主要围绕《重力场与重力勘探》教材[1]展开，其中涉及的理论公式较多，导致本科生在初学过程中难以抓住核心知识点，容易陷入细节而迷失方向，进而影响对课程整体框

收稿日期：2025-05-20；**修回日期：**2025-09-20。
基金项目：中国地质大学（北京）教学研究与教学改革专项经费。
作者简介：王俊，男，副教授，博士生导师，主要从事重磁勘探方法的教学和研究工作。

投稿网址：www.chinageoeducation.net.cn *联系邮箱*：bjb3162@cugb.edu.cn
引用格式：王俊，李婷．“重力学与重力勘探”课程教学改革与实践探索[J]. 中国地质教育，2026，35（4）：109-113.

架的理解和掌握。这不仅降低了学生的学习效率，也在一定程度上削弱了他们学习课程的兴趣和积极性。因此，有必要对教学内容进行系统梳理和优化，突出重点，帮助学生更好地构建知识体系。

基于此，在授课初始阶段可首先明确将整个课程内容体系划分为基础理论、方法技术和应用实践三个模块，如图1所示。通过这种模块化设计，能够帮助学生建立清晰的知识框架，更好地把握课程的主干逻辑，明确学习重点，避免因内容零散而迷失方向，从而提升学习效率和课程教学效果。

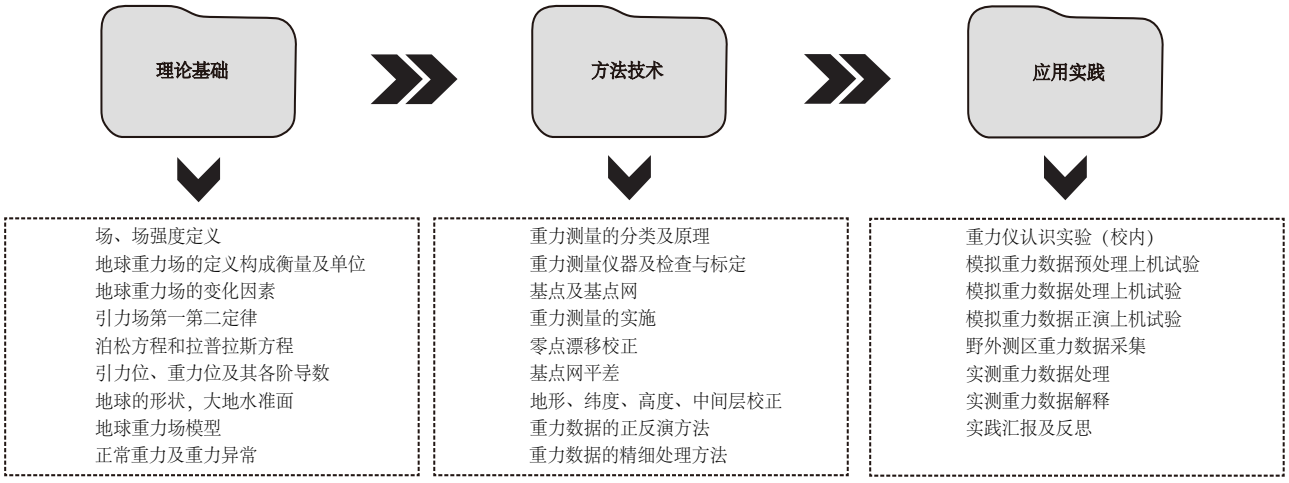


图1 “重力学与重力勘探”课程知识体系图

“重力学与重力勘探”课程教学重点可转向理论公式在重力相关场景中的应用与阐释。

（2）注重公式理解。在理论公式的教学过程中，教师应当着力构建数学表达与物理意义之间的桥梁，通过可视化手段和物理模型演示，帮助学生深入理解公式背后的地球物理意义，避免陷入机械化的数学推导。同时，需结合实例详细说明这些公式在后续重力数据处理与解释中的具体应用（如拉普拉斯方程构建的场与源的对应关系），使学生能清晰地认识到理论知识在实际工作中的作用。这种方式不仅能够加深学生对理论知识的理解，更能培养其运用理论知识解决实际地质问题的能力，提升学习效果。

（3）注重晦涩概念的具象化。在课程教学中，应注重将晦涩难懂的概念具象化，以帮助学生更直观地理解和掌握相关知识。具体而言，教师可借助生活实例、物理现象或可视化工具，将难以言传的理论转化为可感知、可观察的形象化信息。例如，在讲解通量、散度、旋度等抽象概念时，可以通过流体流动、磁场分布等实际物理现象进行类比，结合图形化展示和动态模拟，使抽象概念变得生动形象，增强学生的感性认识并加深理解深度，实现从“难以理解”到“清晰可见”的认知跨越。

1. 基础理论模块

此部分重点讲解重力场基本原理及重力异常理论，有以下几点注意事项。

（1）注重课前知识储备。受制于课程时长且理论公式体系较复杂，教师应充分利用前期相关课程的基础。具体而言，在开课前系统梳理“高等数学”“位场理论”“线性代数”等课程的相关知识点，重点强化通量、散度、旋度等基本概念，以及高斯公式、斯托克斯公式、边值问题等数学物理方法的应用能力。通过建立知识图谱和思维导图，帮助学生构建完整的理论框架。在此基础上，

2. 方法技术模块

此部分系统介绍重力测量的仪器原理、数据采集方法、校正处理技术以及数据处理方法，有以下几点注意事项。

（1）注重前沿技术引入。随着重力测量技术的快速发展，新方法和新仪器不断涌现。在教学中，应适时引入重力梯度测量、卫星重力技术、无人机重力测量以及人工智能在数据处理中的应用等前沿内容。例如，重力梯度测量技术能够提供更高分辨率的地下信息，卫星重力技术为大范围地球重力场研究提供了全新手段，无人机重力测量则在小区域高精度测量中展现出独特优势。此外，人工智能技术的引入为重力数据的自动化处理和解释提供了高效解决方案[2]。通过将这些前沿技

术与传统教学内容相结合，不仅能够拓宽学生的学术视野，还能增强其适应行业技术变革的能力，为未来职业发展奠定坚实基础。

（2）数据处理方法的体系性和问题导向性。重力数据处理方法种类繁多，如何在有限的课堂教学时段内实现高效授课，是课程设计中的一大挑战。为此，可以从体系性和问题导向性两个方面进行优化。①系统讲解重力数据处理的基本流程，包括数据预处理、校正处理（如地形校正、潮汐校正、漂移校正等）以及数据滤波等核心步骤，确保学生掌握基础方法；②以典型地质问题为切入点，设计针对性强的数据处理案例，引导学生在数据处理中发现问题，并探索解决问题的方法，进而举一反三实现多种数据处理方法的深入理解与掌握。

3. 应用实践模块

应用实践模块是课程体系中至关重要的一环，旨在通过实际案例分析、野外实习和项目实践，培养学生运用重力数据解决地质问题的能力，有以下两点注意事项。

（1）项目设计的综合性和挑战性。项目设计应涵盖数据采集、处理、解释的全流程，通过实践训练，帮助学生系统掌握重力数据的应用方法。同时，适当增加项目的难度，鼓励学生运用跨学科知识解决复杂地质问题，培养其创新思维和解决问题的能力。

（2）前沿技术的引入和实践。在传统流程完成的基础上，可及时引入重力梯度测量、卫星重力技术、无人机重力测量等前沿技术，确保学生了解并掌握行业最新动态。通过模拟训练或专家讲座方式，让学生体验新技术在重力勘探中的应用，提升其技术适应能力。

二、教学方法的创新

为了提升“重力学与重力勘探”课程的教学效果，激发学生的学习兴趣和主动性，教学方法的创新至关重要。以下是一些可行的创新教学方法。

1. 翻转课堂的应用

如前所述，该课程学时有限而授课内容又较多，因此如何充分高效利用课堂时间至关重要。基于此，翻转课堂方式是可利用的一种手段，在应用中有以下两点注意事项。

（1）学习资源的完备性。将课程的基础理论内容（如重力场基本理论、测量原理、数据处理方法等），按照如上三个大的模块制作成高质量的学习资源，包括教学视频、PPT、电子文档和在线测试题，确保所有内容全覆盖且重点突出，此处的素材应重点突出课程内容优化后的内容，如无人机测量应用、智能化处理案例等。同时，应为学生提供清晰的学习目标和任务清单，确保其课前自学有方向性和针对性。

（2）课堂讨论的有效性。在课堂上，教师集中讲解课程中的重点和难点内容，帮助学生深化理解。此过程中需着力引导学生主动思考和参与，为避免学生参与度不足问题，可采用随机提问、小组任务或课堂展示等策略，确保全员参与讨论。此外，还可根据优化后课程内容设置最新的重力勘查应用场景，激励学生独立探索解决方案，从而深化其对知识的理解和应用。

2. 问题导向式教学

问题导向式教学是一种以学生为中心的教学方法，通过设置真实或模拟的问题情境，引导学生主动探索、分析和解决问题，从而培养其批判性思维、团队合作和实践能力[3]。在“重力学与重力勘探”课程应用中有以下几点注意事项。

（1）问题的难度控制。问题的难度应与学生的知识水平和能力相匹配。过于简单的问题难以激发学生的学习兴趣，而过于复杂的问题则可能使学生感到挫败。因此，问题的设计应遵循由浅入深的原则，从基础问题逐步过渡到复杂问题。例如，先让学生掌握重力数据的基本处理方法，再引导其解决全新的综合性勘探问题。

（2）教师适度引导。教师在该过程中的角色是引导者和支持者，而非知识的直接传授者，其核心作用在于引入前沿案例与最新方法，为学生自主探究提供框架与资源。具体而言，教师应提供最新的行业应用案例库、先进的数据处理软件或算法指南等关键资源，在学生遇到困难时给予适度点拨，避免过度干预其独立思考过程，从而有效培养学生解决实际问题的能力。

（3）注重团队协作。在分组过程中充分考虑每个学生的优劣，确保每组学生能够优势互补，共同完成任务。在小组内明确每位成员的任务和职责，例如数据收集、理论分析、报告撰写等，确保团队合作的高效有序。

3. 虚拟仿真的应用

虚拟仿真技术通过计算机模拟真实场景和实验过程为学生提供沉浸式的学习体验[4]，是课程教学中的重要辅助工具，在应用中有以下两点注

意事项。

（1）注重理论—模拟—分析总结的教学闭环。虚拟仿真不是简单的数据可视化，更应该是加深基础知识理解的手段。例如：在课前学生可通过仿真平台观察典型地质模型（如球体、水平圆柱体、正常椭球体等）的重力场形态；课堂中引导学生利用仿真工具分析不同要素对重力异常的影响；课后则进一步验证理论分析的准确性，从而形成理论—模拟—分析总结的学习闭环，强化学生对知识的掌握。

（2）注重不同学生的差异性。虚拟仿真通常基于不同的软件平台[5]（如Matlab等），对学生的计算机能力、编程能力等均有挑战，部分学生可能对虚拟仿真技术不熟悉，进而影响整体教学效果，因此，教师需注重不同学生的差异性，根据学生的学习进度和操作水平，提供个性化的指导，确保每位学生都能有效利用虚拟仿真工具。

三、实践环节的强化

实践环节是“重力学与重力勘探”课程的重要组成部分，旨在帮助学生将理论知识转化为实际应用能力。现有实践环节往往停留于实际数据的简单采集和处理层面，在解决问题的深度和学生参与度方面均存在显著的不足，基于此提出一些可能的操作以强化实践环节。

1. 完善测区选址

首先，实习测区应尽可能具备多样化地质特征，以便学生能够直观观察到不同类型的地质构造以及与之对应的重力异常现象，从而深化对重力方法与地质构造关系的理解。其次，测区须具备较完备的先验信息，如钻孔、物性、地层岩体及断裂展布等，便于学生对比分析重力数据采集处理结果的正确性。此外，测区内应明确存在密度差异显著的地质体，以便形成清晰、易于识别的重力异常，方便学生在实际操作中对重力数据进行处理与解释。最后，测区的选择需充分考虑其他地球物理方法的适用性，通过结合其他地球物理手段，构建起整个测区的综合地球物理勘查实践体系，全方位培养学生综合运用多种地球物理技能的能力。图2所示为实习测区选址示意图，测区中包含诸如已知断裂构造、物性点、钻井、密度异常岩体及其他地球物理方法的先验信息。

2. 完善评估方式

在现行重力方法的实践教学中，学生通常以小组形式开展实践活动，即以小组为单位共同完成重力数据的采集、处理和结果解释的提交。然而，这种以小组为单位的模式存在责任分配模糊不清的状况，可能致使部分学生参与积极性不高，出现消极怠工的现象。鉴于此，必须完善当前单纯依据小组整体成果进行实践评价的方式，大幅提升对学生个人贡献的评价权重。具体而言，可要求学生提交详尽的个人工作报告，清晰地阐述自己在项目中承担的具体工作任务、遇到的问题以及所采取的解决办法。通过小组成员间的互评与教师评价双管齐下，全面综合地考量每个学生在小组实践活动中的实际贡献，以此激励学生更加积极主动地参与到小组实践环节中。

3. 完善实践反思

现行重力方法的实践教学通常以提交报告作为终点，这不利于学生后续对实践中所涉及知识的运用与拓展。为改善这一状况，可在提交报告后增设反馈讨论环节，学生需阐述在实践过程中遇到的困难、解决问题的思路以及最终的收获。

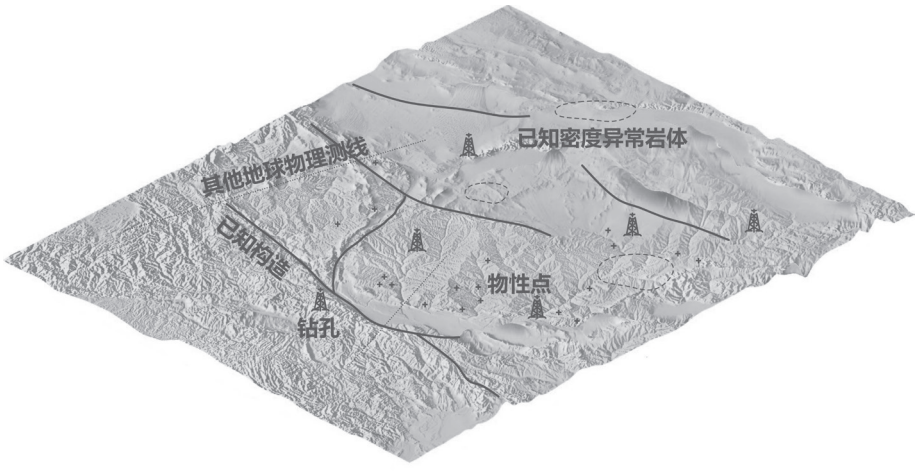


图2　实习测区选址示意图

教师针对学生的反馈进行点评和总结，引导学生反思实践过程中的不足，思考如何改进，例如在数据处理结果不理想时，共同探讨是数据采集过程中的误差，还是处理方法选择不当导致的，让学生在反思中不断提升解决问题的能力。

四、结语

针对“重力学与重力勘探”课程现有授课体系中存在的教学内容滞后、教学方法单一、实践环节薄弱等问题，本研究基于长期一线教学实践经验，系统提出了课程改革与实践的具体思路。通过优化课程内容体系、创新教学方法与手段、强化实践教学环节，本研究构建了一套与时俱进的教学体系，显著提升了课程的教学质量和学生的综合能力。具体而言，课程内容更新紧跟重力勘探技术与行业发展的前沿并进行重点知识点的模块式梳理，教学方法引入翻转课堂、问题导向式教学和虚拟仿真技术，在实践环节中完善测区选址、评估方式和实践反思环节。这些改革措施不仅有效解决了传统教学中的滞后性问题，还为培养符合行业需求的创新－实践型人才提供了有力支撑。本研究的成果为提升“重力学与重力勘探”课程的教学质量提供切实可行的参考方案，也可为其他高校地球物理学相关课程的改革与建设提供参考，具有一定的推广价值与实践意义。

参考文献：

[1] 曾华霖．重力场与重力勘探 [M]．北京：地质出版社，2005.
[2] 潘媛．基于 U-Net 深度神经网络的重力数据去噪 [J]．地理空间信息，2023，21（6）：28-30.
[3] 刘瑞芳，孙勇．基于问题导向的人工智能应用案例式教学 [J]．计算机教育，2023（6）：203-208.
[4] 赵绪川，荆彬，孙涛林．虚拟仿真技术在高校教学中的应用分析 [J]．中国教育技术装备，2025（2）：32-35.
[5] 郭良辉，孟小红，石磊，李淑玲．“应用重力学”课程教学与改革 [J]．中国地质教育，2010，19（1）：36-39.