

基于产出导向的硕士研究生理论课程教学改革与实践——以《地球物理资料处理与解释》为例

李桂花, 王德营, 杨思通, 李建平, 宋翠玉
山东科技大学地球科学与工程学院, 山东青岛

摘要: 为了进一步提升硕士研究生的专业知识和能力, 培养符合社会需求的高素质人才, 《地球物理资料处理与解释》教学团队在课程相关理论研究与应用、课程教学现状分析的基础上, 从教学原则、实现途径、课程内容、课程结构、课程教学方法与手段等五个方面, 制定了面向地质工程、地质资源与地质工程两个专业的硕士研究生的课程教学改革方案。经过多年的实践与持续改进, 取得了较好的教学效果, 对相近课程教学改革和专业人才培养具有借鉴意义。

关键词: 地球物理资料处理和解释; 教学改革; 持续改进; 能力提升; 硕士研究生

Teaching Reform and Practice of Production-Oriented Theoretical Courses for Master's Students: A Case Study of "Geophysical Data Processing and Interpretation"

Guihua Li, Deying Wang, Sitong Yang, Jianping Li, Cuiyu Song

College of Earth Science and Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong

Abstract: To further enhance the professional knowledge and abilities of master's students and cultivate high-quality talents that meet societal needs, the teaching team of "Geophysical Data Processing and Interpretation" has developed a curriculum reform plan for master's students in Geological Engineering, Geological Resources and Geological Engineering. This plan is based on theoretical research and applications related to the course, as well as the current state of teaching, and addresses five aspects: teaching principles, implementation approaches, course content, course structure, and teaching methods. After years of practice and continuous improvement, significant teaching outcomes have been achieved, providing valuable insights for the reform of similar courses and the cultivation of professional talents.

Keywords: Geophysical Data Processing and Interpretation; Teaching Reform; Continuous Improvement; Ability Enhancement; Master's Students

* 作者简介: 李桂花, 女, 博士, 高级实验师, 硕士生导师, 主要从事地震勘探领域教学与科研工作。

地球物理学是通过观测地下岩石或矿体的物性差异引起在地表的某些物理场的变化去判断地质构造或发现矿体的一种方法。地球物理资料的采集、处理与解释是地球物理勘探的三大环节。

《地球物理资料处理与解释》是山东科技大学地质工程、地质资源与地质工程两个专业硕士研究生的专业选修课程,重点讲授地震及测井资料的处理与解释。通过本课程的学习,使学生掌握地震和测井资料的处理与解释的基本方法,学会综合应用原始观测信息和综合分析信息对地球物理资料进行分析解释和应用,为深入研究或从事地球物理资料处理和解释打下坚实的基础,服务于为国家培养应用型及复合型高级技术人才的需求。

1 “地球物理资料处理与解释”的背景与现状

1.1 科学研究与应用

《地球物理资料处理与解释》的涉及内容 and 应用非常广泛,以下实例分析总结既是课程知识点的优质案例,也是课程思政的好素材。

应用电子计算技术处理地球物理调查的资料,对提高地球物理调查的地质效果起到了重要作用。地球物理资料处理的技术与方法的发展,成为促进地球物理调查发展的重要技术因素[1]。例如,1989年,Montalbetti F.J.等利用地震和重力资料的综合解释,分析了新西兰塔拉纳基边界断层的几何形态[2]。V.T.Izarov等1991年撰文指出,地质——地球物理资料综合解释的理论方法和技术已完全能用来解决西伯利亚东部复杂地球物理条件下油气藏研究中的一些科学问题[3]。

(1) 资料处理方法与应用研究

针对致密砂岩储层地震资料处理时,常规反褶积方法虽然提高了地震资料的分辨率,但往往降低信噪比的问题,程朝辉等[4]利用宽带子波反褶积方法提高叠前地震资料的分辨率,将该方法分别应用于模型数据和实际地震资料的处理,获得了宽频带的地震资料,取得了良好的处理结果。

在地震数据频带拓宽过程中,利用反射系数振幅谱的整体变化趋势对地震不同频率成分能量进行

约束,系统的分析白噪统计反褶积制约非白噪反射系数下地震资料分辨率提升的原因,大幅提升渤海M油田地震资料分辨率,为储层的精细刻画提供了可靠的高分辨率地震数据[5]。

李江等[6]开展基于VTI介质的层析反演速度建模及目标驱动静校正方法研究,该方法能获得更为准确的近地表速度和野外静校正量,有效解决了复杂近地表对地震资料造成的静态时移问题,有利于高分辨率地震成像。

以塔里木超深层断控缝洞储集体地震成像为例,刘志远等[7]实现了不同层系各向同性和各向异性工业化速度建模精度定量化分析,以及对偏移成像影响的定量化误差对比。

刘睿琪等[8]利用羌塘盆地实际二维地震数据,开展了冻土区提高信噪比共反射面元(CRS)叠加与常规叠前随机噪声衰减(PreRNA)、面元均化和倾角时差校正(DMO)地震处理技术对比研究。

(2) 资料解释与应用

吉林大学韩善朋以小回屯区的典型物探剖面为研究对象,运用有限单元法进行正演拟合,结合地质和地球物理成果,解释推断研究区域磁法异常和电法异常[9]。

中国地质大学(北京)张平川等[10]利用大地电磁剖面 and 同测线的人工反射地震,分析了饶河杂岩体的构造特征。

基于松辽盆地内相关二维深反射地震剖面、重力资料,通过强约束“剥皮”技术、地震资料精细解释和测井数据多信息融合反演等方法,获得盆地内及外围石炭纪—二叠纪地层的层系分布与产出特征[11]。

虎新军等[12]以1:5万区域重力资料为基础,结合可控源大地电磁测深剖面与地震反射剖面,联合划分了银川盆地南部的构造格架,运用重力场小波多尺度分解、边界识别和界面反演技术等,明确了重点坳陷区内部隐伏断裂的几何学特征及局部构造单元的转化过程。

在西伯利亚盆地M气田的气藏进行解释评价中,吴国海等[13]采用井—震结合的方法,建立地震反射特征和储层含气性之间的相关关系。充分挖

掘和利用地震资料中包含的天然气信息，亮点反射、锅底反射、屏蔽—吸收等地震剖面的反射特征辅助测井解释，为井位优选提供了可靠的依据，成果得到了生产实践的检验。

针对L地区的致密储层，长江大学赵晴[14]提出基于双因子的有效储层识别方法，双因子法分别考虑了储层的测井响应与物性参数，为后续生产开发方案的制定与调整提供了数据基础。

通过三维地震资料解释与对照组构造物理模拟实验，王于恒等[15]重现了多因素影响下东营组以来南堡凹陷南北向伸展形成演化过程。

(3) 发展方向

机器学习无论在地球物理资料处理还是解释方面，具有广阔的发展前景。

针对人工拾取速度谱过程中存在的效率低和准确性差等问题，华北水利水电大学孟凡可[16]提出了一种基于深度学习的地震速度谱自动拾取算法模型VSAP (Velocity Spectrum Accurate Pickup)。

在地球物理测井智能解释问题方面，借助机器学习提出了一种半监督框架下的模型微调方法 (Log2FT)，并以济阳坳陷的四口井进行了实验。结果表明，该方法有助于克服现有测井解释中存在的分布差异性数据问题，显著提升了测井解释的精度[17]。

1.2 教育教学

与《地球物理资料处理与解释》相关的教学研究成果也很丰富，有效地提升了育人效果，也为本次研究提供了有益经验。

从《地球物理资料处理与解释》的课程特点出发，鼓励学生用MATLAB语言独立编写地球物理资料处理程序，培养学生的独立思考和动手能力，深化所学知识[18]。

胡明顺等[19]运用可视化教学方法，讲解地震勘探数据处理课程中的“动校正”和“静校正”，帮助学生在短时间内准确地理解较为抽象概念的本质属性。

东华理工大学[20]以行业需求与创新能力为导向，对地质资源与地质工程专业研究生实践培养体

系进行改革，构建了“科技创新实践平台、社会实践活动平台、专业实习平台”三位一体的创新实践平台体系，切实提高研究生综合素质，为应用型创新人才的培养提供了支撑。

新冠疫情背景下，刘诗琼等[21]基于腾讯课堂+超星学习通+QQ群组合，开展测井资料数据处理与解释课程线上线下混合教学模式的探索与实践。

中国石油大学（北京）“地震资料地质解释”课程教学团队提出基于研究性教学和思政课堂的混合式课程教学模式，构建综合实践教学平台，培养学生的基本技能，有效地促进了人才培养目标的达成[22,23]。

2 课程教学改革与实践

2.1 教学原则

(1) 与时俱进的原则。坚持课程的教学大纲不偏离的情况下，结合国内外最新的理论方法的研究进展，不断的更新教学内容，达到学生学到的不是老旧不实用的知识。

(2) 总体把握和个别指导相结合的原则。学生来自不同层次的本科院校，专业基础有所差异，接受新知识的能力也有所不同，要结合学生特点分别指导，避免一刀切。

(3) 教授与自学相结合的原则。课堂时间毕竟有限，要求学生在课下借助图书馆、报告、网络资源，不断更新和补充知识内容，师生共同学习。

2.2 实现途径

以先进教学理念和方法为基础，以学生专业技能提升为导向，通过与在校学生交流、与其他高校师生交流学习、与用人单位及毕业生交流，不断修订和完善课程的教学大纲、授课计划，提高教学过程管理水平，实施教学效果的跟踪和评价。

教学内容方面，以现有教学资源为基础，合理调整和优化应用地球物理、应用地球化学、地球资源综合评价、地球信息科学、遥感地质与信息处理方面的比例关系，使之既与教学学时相适应，又能兼顾总体、突出重点。

教学方法和手段方面,不断增加课外专业知识的学习比重,充分利用网络资源,实施碎片化、灵活式、移动式教学,适度降低课堂理论教学比重,活跃课堂教学管理,换之为方法、思维和技能训练。

课程考核方面,逐步改变相对单一的考核模式,将讨论、实践、课程论文等多项内容纳入到课程考核评价体系,合理确定各部分权重,实现课程考核的全方位、综合性。

教材和课程资源方面,不断总结和探索优质教材和优势课程资源,及时将其引入教学过程,为教学服务,为学生服务。

通过对教学过程、教学效果的分析总结,逐步形成成功的经验,在校内外、国内外进行交流,促进教学水平的整体提升。

2.3 课程内容

(1) 地球物理资料处理模块

主要讲授地震勘探资料的处理方法原理,并研究利用计算机对野外采集的地震资料进行处理从而获取有关地下构造和地层信息的基本方法。主要教学内容包括绪论、数字滤波、反褶积、静校正、速度分析、动校正、叠加、偏移及测井数据的处理方法等。

(2) 地球物理资料解释模块

重点讲授地震资料和测井资料的解释方法,包括利用单井测井资料和多井测井资料解释方法、地震资料解释的理论基础、地震资料的构造解释、岩性解释及开发地震解释。地震资料解释几乎涉及所有基础地质和石油地质的研究领域,如地层学、构造地质学、沉积学、石油地质学等。通过本课程的学习,使学生重点掌握地震资料解释的基本方法,学会综合应用原始观测信息和综合分析信息对地球物理资料进行分析解释和应用,包括查明地下的构造形态、埋藏深度、接触关系等;根据地震剖面特征、结构来划分沉积层序,分析沉积岩相和沉积环境,进一步预测沉积盆地的有利油气聚集带;综合利用地质、钻井、测井资料,研究特定地层的岩性、厚度分布孔隙度、流

体性质等。

2.4 课程结构

(1) 知识构成与能力构成的比例

地质工程、地质资源与地质工程两个专业的硕士研究生在招生考试过程中,已经较充分考察了学生的基本专业知识,因此《地球物理资料处理与解释》的授课采用能力培养为主、知识构成为辅的原则,知识构成与能力构成的比例为4:6。

(2) 讲述内容与自修内容的比例

作为硕士研究生课程,《地球物理资料处理与解释》除理论授课、专题讨论外,还会结合具体问题和学生的薄弱环节,让学生补充学习涉及到的相关内容,查阅文献资料,讲授内容与自修内容的比例约为4:6。

2.5 课程教学方法与手段

(1) 主要教学方法

主要教学方法包括讲授法,如知识体系方面的内容教学;专题式、案例式,如结合实践或科研项目组织教学;探究式、讨论式,如前沿问题、热点问题的教学;读书指导法,如针对个别学生知识点的补充辅导;练习法,如结合学生能力水平布置的平时作业。

(2) 信息化教学手段的运用

①移动教学平台的使用,适应学生的学习特点,通过智慧树、MOOC、学习通等网络教学平台,提供更多的学习内容供学生自主学习,扩展学生知识面。

②沟通信息化,通过建立课程的微信群,方便与学生沟通和交流,便于解决学生在学习过程中遇到的问题。

③专业处理、解释软件的应用,通过vista、LandMark、Jason等专业软件的教学,让学生掌握利用软件进行数据处理和解释的思路和方法。

(3) 教学方法创新与探索

研究生的教学与本科生教学不同,在理论教学的基础上,每堂课讲一个专题,学生通过课上学习及课下查阅文献,提出不懂得问题或针对某一问题

提出自己的认识，大家共同讨论，共同提高。

3 教学效果与展望

3.1 教学评价

学校层面，《地球物理资料处理与解释》作为地学类研究生重要的专业课程开设，是集理论与专业思维于一体的课程，在授课内容、授课模式方面得到了充分认可，为学生专业技能的培养奠定了坚实的基础。

学生层面，通过该门课程的学习，全面、系统的掌握了地球物理资料处理与解释面的专业知识，了解了前沿问题和发展动态，基本掌握了开展基础研究、应用研究及生产工作的内容和方法、开展理论分析研究的思路和步骤，专业理论水平和专业技能得到了提高。

教师层面，《地球物理资料处理与解释》作为一门重要的专业课程，经过多轮讲授，不断讨论、总结、完善，目前已经形成了相对完善的教学内容、成熟的授课模式、稳定的授课队伍，在授课针对性、分别指导方面形成了自身特色。随着近些年师生国际交流和留学生招生规模的不断扩大，课程教学持续改进，已经达到国内外同类课程中等乃至偏上水平。

3.2 展望

随着地学类研究生招生规模、生源地、学生专业基础水平、教学理论、信息化教学手段的发展和变化，要稳步提高教学水平，还需要从教学的各个环节入手，把握学生思想活动和学习能力的变化动态，不断追踪学科前沿，学习先进的、适应地学类研究生专业和各方面条件的教学理论和方法，做到发现问题、分析问题、解决问题，在不断的改进过程中提高教学水平，为学生服务。

致谢

本文由以下基金项目资助：山东科技大学2024年度研究生教育优质课程建设项目（202454）；山东科技大学2024年度研究生教育课程思政示范课程建设项目（202411）。

参考文献

- [1]熊光楚. 地球物理调查资料的地质解释与数据处理[J]. 物化探计算技术, 1984, (01): 8-12.
- [2]Montalbetti F.J., Norris J.D., 鲁新便. 复杂构造区地球物理资料处理和解释——以塔拉纳基边界断裂带南部为例[J]. 石油物探译丛, 1992, (05): 58-62+45.
- [3]V. T. Izarov, E. V. Izarova, D. V. Alexandrov. 地质—地球物理资料综合解释的处理系统在东西伯利亚油气勘探中的应用[C]//中国地球物理学会, 美国面向地学的计算机学会. 计算机在地学中的应用国际讨论会论文摘要集. 1991: 416-417.
- [4]程朝辉, 苑益军, 刘晟, 等. 宽带子波反褶积方法在致密储层地震资料处理中的应用[J]. 石油物探, 2023, 62(01): 119-129.
- [5]明君, 周建科, 张德龙. 频率域非白噪反射系数条件下的统计性反褶积技术——以渤海M油田地震干涉效应消除目标处理为例[J]. 石油地球物理勘探, 2025, 60(02): 343-354.
- [6]李江, 李勤, 杨光明, 等. 基于VTI介质的地震初至波层析静校正方法[J/OL]. 煤炭学报, 1-11 [2025-12-15]. <https://doi.org/10.13225/j.cnki.jccs.2025.0272>.
- [7]刘志远, 刘喜武, 杨威, 等. 地震速度模型精度及其对偏移成像影响的定量分析——以塔里木盆地超深层断控缝洞储集体为例[J]. 物探与化探, 2025, 49(04): 925-932.
- [8]刘睿琪, 刘志伟, 汶小岗, 等. 应用共反射面叠加(CRS)提高冻土区地震信噪比的首次地震成像实践[J/OL]. 地质论评, 2025, 71(06): 2064-2076.
- [9]韩善朋. 延边小回屯区地质与地球物理资料综合解释[D]. 吉林大学, 2018.
- [10]张平川, 于常青, 周新桂, 等. 饶河杂岩地球物理资料处理及特征分析[J]. 地球物理学进展, 2021, 36(06): 2400-2410.
- [11]袁永真, 方慧, 裴发根, 等. 松辽盆地上古生界深层系展布特征——来自综合地球物理资料的依据[J]. 地质与资源, 2022, 31(03): 395-403.
- [12]虎新军, 安娜, 陈晓晶. 基于地球物理资料的银川盆地南部构造特征分析[J]. 工程地球物理学报, 2023, 20(05): 652-660.
- [13]吴国海, 胡欣, 郭振华, 等. 地震资料在气藏测井解释评价

- 中的重要作用——以西伯利亚盆地M气田为例[J]. 中国石油勘探, 2024, 29(02): 147-157.
- [14]赵晴. 基于地球物理测井资料的致密砂岩储层流体性质识别方法研究[D]. 长江大学, 2024.
- [15]王于恒, 于福生, 宋璐, 等. 渤海湾盆地南堡凹陷构造成因解析: 来自地震资料解释与三维砂箱物理模拟实验的启示[J]. 地质学报, 2025, 99(08): 2597-2620.
- [16]孟凡可. 基于深度学习的地震叠加速度谱自动拾取算法研究[D]. 华北水利水电大学, 2024.
- [17]朱剑兵, 王继晨, 蔡子健, 等. 一种改进的地球物理测井资料智能化解释评价方法[J/OL]. 地球物理学进展, 1-15[2025-12-15]. <https://link.cnki.net/urlid/11.2982.P.20250306.1444.054>.
- [18]吴萍萍, 贾建鹏, 郭越, 等. 基于MATLAB的《地球物理资料处理和解释》教学研究[J]. 教育教学论坛, 2018, (36): 227-229.
- [19]胡明顺, 董守华, 潘冬明, 等. 大学课程可视化对比教学的探索——以地震勘探资料数据处理课程中的“动校正”和“静校正”为例[J]. 大学教育, 2020, (09): 87-89.
- [20]王显祥, 任静丽, 邓居智, 等. 以行业需求及创新能力培养为导向的研究生实践教学构建与探索——以东华理工大学地质资源与地质工程为例[J]. 高教学刊, 2021, (06): 40-43.
- [21]刘诗琼, 程超, 刘红岐, 等. 基于腾讯课堂+超星学习通+QQ群多维度“云教学”模式的探索与实践——以测井资料数据处理与解释课程为例[J]. 大学教育, 2022, (07): 42-45.
- [22]龚承林, 孙盼科, 尹志军, 等. 基于研究性教学和思政课堂的混合式教学实践——以“地震资料地质解释”课程为例[J]. 中国地质教育, 2023, 32(03): 67-74.
- [23]尹志军, 孙盼科, 龚承林, 等. “地震资料地质解释”课程实践教学平台设计和构建[J]. 教育教学论坛, 2024, (20): 18-21.

