

新工科背景下石油类专业《数学实验》课程 混合式教学模式实践

余 婷

西南石油大学 四川成都 610500

摘 要: 针对新工科背景下石油类专业《数学实验》课程传统教学模式暴露出的问题, 建立一套以“案例精选、研究导向教学、建模思想渗透、课程软件新技术应用和多维度考核”为核心的混合式教学模式, 实践证明新的教学模式在一定程度上, 激发了学生独立思考能力, 提高了学生的学习兴趣和主观能动性, 培养了学生解决复杂工程的数学能力, 学生有成就感、获得感。

关键词: 新工科; 石油类专业; 混合式教学; 案例教学; 数学实验

西南石油大学是一所以工为主、多学科协调发展的大学, 始终坚持以不断提高育人质量为核心。其中“石油工程”、“油气储运工程”为国家特色专业, 石油与天然气工程学科在全国第四轮学科评估中获得A+; 2017年入选国家“双一流”大学世界一流学科建设名单。

西南石油大学《数学实验》课程是面向本校理工科专业开设的限选课, 修读学生以石油类专业学生为主。课程实行项目制教学, 共分8个实验项目, 分别为: MATLAB初步、函数的极值与最值及其应用、积分学的应用、微分方程的应用、线性方程组的应用、方阵的特征值和特征向量的应用、概率统计的应用、插值与拟合的应用。课程综合运用了《高等数学》、《线性代数》、《概率统计》等数学分支的知识, 每个实验项目除了为数学方法的MATLAB实现设计的纯计算题目, 另以简化的实际问题为案例设计实验教学内容。学习解决实际问题常用的数学方法, 并在此基础上, 建立简化实际问题的数学模型。通过本门课程的学习, 要求学生熟悉实验主要内容的基本原理、有效算法和MATLAB实现, 能对简化实际问题建模、求解和分析。因此, 课程的目标如下: (1) 知识目标: 课程旨在以MATLAB软件为平台, 探究高等数学, 线性代数以及数理统计等知识的相关结论, 通过应用案例增强学生对数学理论, 数学方法的认识; (2) 能力目标: 培养学生应用科学研究方法简化分析实际问题、抽象出数学模型、熟练运用数学软件编程求解的能力; (3) 素质目标: 使学生体验应用数学知识将实际问题转化为数学问题并加以求解的全过程, 了解数学广泛的应用领域, 弘扬求实精神, 鼓励勇于创新的精神, 践行社会主义核心价值观, 培养学生实践与创新

的精神。基于此, 按照课程的目标要求, 以解决实际问题为导向, 结合石油类特色背景, 培养学生解决石油工程领域问题的能力为核心任务, 对数学实验现行教学模式进行反思, 对实验项目设置进行了新的探索。

一、《数学实验》课程传统教学模式难以满足新工科背景下石油类专业培养要求

1、教学内容与石油类专业课程结合不紧密

《高等数学》、《线性代数》和《概率统计》是《数学实验》的先修课程, 因此学习数学实验除了有编程门槛, 还有数学理论门槛。传统课程的教学内容侧重于通过数学软件, 验证这三门数学课程中各种数学理论、概念和性质, 通过软件计算输出结果或以直观的图形展示, 帮助学生认识和理解数学理论和方法, 课程内容理论性较强, 与石油类专业课程相关性较差, 结合不充分, 难以提升学生的学习兴趣。

2、传统教学方法难以满足学生个性化学习需求

传统的数学实验课程采用多媒体为主, 板书为辅的教学模式。即: 授课教师掌控课堂进度和深度, 课堂全堂讲授数学理论知识和实验基本操作, 课后通过实验作业等检查学习效果。这种模式导致师生交互环境差, 难以培养学生的科学研究思维, 同时也难以第一时间直接反馈教学效果, 不能满足学生个性化学习需求。

3、运用数学工具解决石油工程问题能力差, 教学效果不理想

数学实验考核方式是基于传统课堂教学模式制定的, 期末课程报告占60%, 按报告质量评定。上机操作占20%, 由老师课堂评价直接给出, 课堂出勤占20%。由于考核不充分, 无法兼顾到教学中每个环节, 导致学生

经常出现学习态度怠慢的问题。数学和编程门槛限制了学生学习热情。学生应用数学知识解决石油类实际问题的能力普遍较差。

二、构建基于案例的混合式教学模式

为弥补数学实验课程传统教学模式难以满足新工科背景下石油类专业培养要求的问题，西南石油大学理学院科学与工程计算中心经过多年探索，建立了1套基于案例的混合式教学模式，其核心内容包括：在内容上，按项目调整、修改和优化实验教学内容。在方法上，强调以学生为主，教师为学生创造良好课上和课外学习环境，鼓励自主探索、交流合作、自我展示和他人评价来完成课程学习。在课堂上，提供一个交互式的环境，用于直观浏览和分析问题，呈现格式丰富的教学课件。

1、精心选取石油工程专业中的数学实验典型案例，激发学生学习兴趣

案例教学能提升学生分析和解决工程问题的能力，培养良好的工作习惯和科学态度^[1]。结合本校石油类专业特色，精心选取石油工程专业相关的数学实际问题作为案例，并引入到数学实验课程项目中，为学生提供石油工程专业情景，引导学生借助数学理论提出假设，验证假设，并主动采用数学方法分析问题、解决问题。促使学生通过沉浸式学习，提升解决问题的能力，从而激发学生学习兴趣。

2、构建研究导向型的教学模式

研究导向型教学模式是一种注重学生独立思考与创新能力培养的教学模式。它强调学生为主，以问题为导向，教师提供研究资料和环境，通过鼓励学生进行项目、探究问题和解决实际难题，培养学生的科学精神和批判性思维能力^[2]。石油类专业工程背景下，这种教学模式需要任课教师具有石油工程相关背景知识，通过文献资料积累石油工程领域相关数学问题，拓展实验项目案例库。在学习过程中，对于晦涩难懂的理论知识，教师通过飞书、腾讯会议等发放相关数学案例的专业文献资料，列出文献要点引导学生自主阅读学习，组织学生课堂讨论，学生分享阅读成果，教师顺藤摸瓜为学生答疑解惑并对学生的成果进行评价和反馈等，丰富课堂教学，提高学生学习的积极性，为课堂注入活力。

3、以石油专业工程问题为背景，将数学建模思想渗透到数学实验课程

数学建模思想是指运用数学方法和技巧对实际问题进行分析、建立数学模型，并利用模型进行预测、决策和优化等^[3]。将数学建模思想渗透到数学实验教学中的

具体做法：（1）案例准备、提出问题；（2）分析问题，建立数学模型；（3）求解模型，分析结果；（4）模型检验和改进；（5）形成一篇小论文。该方法特别适合结合研究导向型教学模式，既能与理论知识密切联系，增加趣味性，而且较易推广。例如，每个数学实验项目精选1-2个石油工程专业背景下的实际问题作为案例。

比如来自油田矿场的实际问题：储油罐标尺刻度设计，可作为案例设计实验项目积分学的应用。问题描述为：在石油的生产地、加工厂和加油站，为了储存原油，经常使用大量的储油罐。假设油罐外形为一个圆柱体和两个圆锥体的组合，上端有一注油孔。由于经常注油和取油，有时很难知道油罐中剩油的数量。这给现有储油量的统计带来很大的麻烦。显然，将剩油取出计量是不现实的。因此，希望能设计一个精细的标尺：工人只需将该尺垂直插入，使尺端至油罐的最底部，就可以根据标尺上的油痕位置的刻度获知剩油量的多少。经过严格的数学推导，计算剩油体积本质是计算一个复杂的积分，可借助MATLAB进行数值求解。教师讲授数值积分的适用情况、数值积分的相关公式以及如何借助MATLAB软件编程进行数值计算。鼓励学生课后进行解析计算，比较计算过程难易程度和数值计算结果精确度。通过数值计算，计算出油罐中整个油量与油面高度的关系。通过对实验数据和结果的分析，对模型检验和进一步优化改进，将成果撰写形成一篇小论文，由教师组织，学生分享自己的成果，教师讲评和拓展，对本课程的知识学习得更透彻。

4、MATLAB的实时脚本在教学中的应用

数学实验需要借助MATLAB数学软件，验证数学课程中各种数学理论、概念和性质，通过软件计算输出结果或以直观的图形展示，帮助学生更加深入的认识和理解数学理论和方法。传统教学是结合多媒体课件和MATLAB演示，通过相互切换进行讲解，应用间频繁切换容易导致师生思路断点，不利于授课。MATLAB的实时脚本和实时函数是交互式文档，用于直观浏览和分析问题，展示格式丰富的教学课件。它们在一个称为实时编辑器的环境中将MATLAB代码与格式化文本、方程和图像组合到一起，实时脚本可存储输出，并将其显示在创建它的代码旁。编写MATLAB实时脚本课件和配套上机练习，整个教学过程仅需要在实时脚本编辑器进行，避免应用程序之间的切换，使教学内容呈现，代码编写和调试更加方便。

5、实施过程考核、多维度考核

在数学实验课程项目实施过程中，学生是项目实施

的主体，教师是目标任务的组织者、引导者和监督者^[4]。教师要以案例背后的问题为向导，鼓励学生自主思考，引导学生利用所学知识寻找答案，将寻找答案的过程形成一篇小论文，组织学生分享成果，提高学生的学习兴趣 and 主观能动性，学生有成就感、获得感。因此课程考核可从过程考核、多维度考核为出发点，从理论学习、动手能力、综合素质进行设计，其中期末课程报告占比60%（包括完成质量、学习态度等），平时成绩占比20%（包括文献阅读、课堂出勤、讨论交流、作业完成等）、上机操作占比20%（包括小组合作、从熟练程度和准确性进行课堂教师评价和同伴评价等）。

数学实验课程项目引入基于石油类案例的混合式教学模式，渗透数学建模思想，利用MATLAB实时脚本的课堂演示，优化课程评价。石油类专业本科生经过实验项目的训练，能将所学理论知识应用于指导具体的石油类相关实际问题，同时项目的开展也能加深学生对于理论知识的理解，在实验过程中培养学生发现和解决石油类复杂工程问题的能力，激发学生的自主学习和创新意识。通过自我展示和他人评价，让学生在正确认识自我的基础上加深定位，为更进一步开展开放实验、数学建模竞赛、大学生创新创业训练计划、毕业设计和研究生阶段的科研工作打下良好的基础。

三、教学模式实施成效

1、学生满意度

教师设计了数学实验学生满意度调查问卷，具体分为课程目标与内容、开设形式、课程教学方法和课程考核评估四个维度。课程结束后，收集2023年学生对课程改革的评价，结果表明，80%以上的学生对课程改革“比较满意”或者“非常满意”。对另20%左右持“不太满意”或者“非常不满意”评价结果的学生进行分析，发现人数最多的是成绩处于后20%的学生，这部分学生在数学基础知识掌握和动手能力方面太弱，小组合作、课堂讨论参与度极低。教师对这部分学生需加强追踪，采用如对数学理论知识薄弱的学生开展学习指导服务，针对性铺垫涉及到的相关数学理论，降低学生畏难情绪，提高学习该门课程信心，从而提高学生满意度。

2、学生考试成绩

对2022年和2023年学生课程成绩进行对比，成绩均依据期末课程报告、上机操作和课堂出勤3大项综合评

定，任课教师相同、学生规模相近、但是教师采用的教学模式不同，改革后学生平均成绩88.5，改革前学生平均成绩85.25，改革后的班级平均成绩高于改革前，且成绩方差值更小。

3、学生后续能力拓展

数学实验改革后，修读数学实验课程的学生参加全国大数生数学建模竞赛、全国大学生数据挖掘挑战赛的比例升高。这些学科竞赛题目一般来源于科学与工程、人文与社会科学（含经济管理）等领域的实际问题，经过简化加工作为竞赛题目，不要求参赛者掌握专门知识，仅需提炼要点后、用数学建模解决问题即可，这与数学实验课程的能力目标一致。换言之，只要学过数学实验，就都能参加。2023年，数学实验学生参与度更高，参赛成果显著。在上述学科竞赛中获得全国一等奖1人次，全国二等奖10人次，省级奖项25人次。

结束语

新工科背景下，石油类专业人才培养核心是培养解决复杂石油工程问题能力。教师应根据课程特点和石油特色背景，调整教学模式、丰富教学活动、契合学生需求，将课程目标融入数学实验课程项目教学中，随着各个项目的推进，其利用石油类背景、数学理论与现代信息技术分析、解决复杂工程问题的能力不断提升。课程会继续有益于学生的创新和实践活动，后续会以开放实验、大学生创新创业训练计划、数学建模等学科竞赛、毕业论文的形式继续拓展，以培养具有鲜明专业特色的专门人才，更好地服务于学校的“双一流”建设。

参考文献

- [1] 李童, 杨楠. 新工科背景下学生友好型案例教学的理念、构建与实践[J]. 高等工程教育研究, 2022, (1): 29-34
- [2] 苗继斌, 杨斌, 夏茹, 等. 基于目标导向型教学模式的设计型高分子成型加工实验的探索[J]. 高分子通报, 2022, (04): 94-97.
- [3] 袁力, 覃晓琼, 赵雪漪. 数学建模竞赛引领下的数学课程教学改革探索与实践[J]. 汉江师范学院学报, 2022, 第42卷(3): 86-89
- [4] 席酉民. 未来教育, 教师该扮演何种角色[J]. 教育家, 2020, (33): 1-2.