

应用物理学专业数学物理方法课程教学和考核改革研究

吕珍龙¹, 李备战¹, 王晓飞¹, 胡秋波², 李新忠^{1*}

1. 河南科技大学, 河南 洛阳 471023

2. 洛阳理工学院, 河南 洛阳 471023

DOI: 10.61369/RTED.2025280043

摘 要 : 数学物理方法是物理学等专业的一门专业基础课, 其涉及的前导课程较多, 又为后继专业课程提供必需的数学知识和解题方法, 地位相当重要。由于其涵盖的数学、物理知识点较多, 内容抽象, 成为物理专业公认的一门老师难教、学生难学的课程。鉴于此, 我们对该课程的教学和考核模式进行了改革, 较详细地总结了改革的具体措施、改革效果及改革过程中存在的不足等, 为兄弟院校该门课程的教学提供借鉴。

关 键 词 : 数学物理方法; 教学改革; 考核改革; 程序语言设计

Research on Teaching and Assessment Reform of Mathematical Physics Methods in the Context of National First-Class Undergraduate Education

Lv Zhenlong¹, Li Beizhan¹, Wang Xiaofei¹, Hu Qiubo², Li Xinzong^{1*}

1. Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471023

2. Luoyang Institute of Science and Technology, Luoyang, Henan 471023

Abstract : Mathematical Physics Methods is a fundamental specialized course for physics and other majors. It builds upon numerous prerequisite courses and serves as a crucial foundation for advanced professional subjects by providing essential mathematical knowledge and problem-solving methods, thus holding significant importance. Due to its extensive coverage of mathematical and physical concepts, as well as its abstract nature, it is widely recognized as a challenging course for both instructors and students in physics. In light of this, we have implemented reforms in the teaching and assessment approaches for this course. This paper provides a detailed summary of the specific measures taken, the outcomes of these reforms, and the shortcomings encountered during the process, offering insights for teaching this course at other institutions.

Keywords : mathematical physics methods; teaching reform; assessment reform; programming language design

引言

数学物理方法是应用物理学等专业的一门专业基础课程。课程教学内容包括: 复变函数、解析函数、解析函数的幂级数表示、留数及其应用; 波动方程、热传导方程、拉普拉斯方程的求解、傅里叶和拉普拉斯变换、勒让德多项式等。通过该课程的学习, 使学生掌握复变函数基本理论, 学会将实际物理问题转化为数学物理问题的基本思路及方法, 为后续专业课程的学习和进行相关研究奠定基础。该课程的前导课为高等数学和力学、热学、电学等专业基础课, 它为后继开设的电动力学、量子力学和电子技术等课程提供必需的数学理论知识和解题方法。由于该课程涉及的高等数学、普通物理等知识点众多, 所以课程综合性很强, 内容又比较抽象, 致使它成为物理专业公认的一门老师难教、学生难学的课程^[1-3]。

一、改革前存在的问题

(一) 教学中存在的问题

该课程多数内容相当抽象, 现有教学方法和手段仍是采用较

传统的多媒体课堂教学, 辅以板书进行, 多媒体教学的好处是直观, 同时避免了繁杂的计算、推导过程, 缺点是仍是以教师为主体, 学生被动接受, 现有课堂教学模式固定老化, 学生被动学习、缺乏主观能动性, 加上手机诱惑力很大, 难以将学生注意力

项目信息:

教育部高等学校物理类专业教学指导委员会教学改革项目 (JZW-23-SL-05);

教育部高等学校大学物理课程教学指导委员会教学研究项目 (DJZW202326zn);

河南省高等教育教学改革研究与实践项目 (2024SJGLX0315);

河南科技大学校级重点本科教育教学改革研究与实践项目 (2021BK019);

洛阳理工学院重点教研项目 (2024JY-124669)。

吸引在课堂教学中，致使课堂气氛比较沉闷。

（二）考核中存在的问题

改革前，我校该门课程现有考核方式主要是以平时作业（占30%），期末考试（占70%）来给定最终成绩，由于课程内容难、且相当抽象，限制了考试出题的灵活性，作业抄袭也较严重，这种考核方式显然缺少过程评价，无法考察学生对知识点的掌握程度和应用所学知识解决实际问题的能力。而新时代大学生生活于网络时代，接受新事物多且快，需要构建一个新的适应时代的教学模式，使课程教学和学生自主学习相结合，解决课堂气氛单调、考核模式单一、不能体现学以致用原则、死记硬背、不及格率高、矛盾突出的问题。

二、教学及考核改革方案

（一）教学改革方面

数学物理方法涉及到复变函数，其变量为复数，函数图像无法在三维空间展示，给该部分的教学带来较大的困难。解决抽象问题的方法是使用软件模拟，使得枯燥的数学函数、表达式变得可视。Octave 软件是一个开源软件，功能几乎和 Matlab 软件一样，擅长基于矩阵和向量来处理问题，又可提供丰富的内置函数和众多的工具箱，命令式编程便于初学者操作，使用者可以通过简单的命令进行数据分析、算法设计和可视化操作，很适用于数学建模和二维、三维图像可视化^[4-6]。在这一部分，我们使用该软件可以较容易地画出复变解析函数的实部和虚部对应的二元函数的三维图像，也可以画出解析函数的模和相位分布的三维图。对于偏微分方程部分，它们的解多是含有时间和空间的级数、且涉及系数的傅里叶积分计算等。比如，波动方程涉及弦线上各点位移随位置和时间变化，采用一般软件来编程展示这类动态变化的函数相当麻烦。我们发现 GeoGebra 软件在这一方面具有极大地优势^[7-9]，它可以较为简单地操作实现这一功能，且参数灵活、可调，为该部分的授课带来了极大地便利。上述软件结合可以满足大多数课堂教学需要。

（二）考核改革方面

编程训练可以使学生更深入地理解物理方程的物理含义，提高学生发现问题、解决问题的能力^[10]，所以被优先纳入考核项目。我们在学校的指导下完成了两轮递进式的课程考核改革，在第一轮改革中，将考核成绩设定为：作业成绩15%，建模编程25%，期末考试60%。改革执行期间，给出不少于两个要解决的数学物理问题，一个与复变函数有关，另一个与微分方程有关。要求学生应用所学知识，进行建模、编程，给出不同参数下的结果，通过比较、讨论，最后给出最终结论，以程序或报告的形式提交（在条件允许的情况下，同时以组会的形式进行汇报）。我校考虑到后续专业课需要，把数学物理方法教学安排在大二上学期，第一轮改革中，我们未考虑学生这时的编程基础，把编程成绩占比设置的较高，部分同学进行了意见反馈。另外，在改革过程中，我们发现学生到课率、抬头率不够理想，故在第二轮课程考核改革中将签到计入过程考核，课堂表现作为参考，以提高到

课率和抬头率。具体做法，随机挑选日期，采用学习通签名，最后由学习通系统导出相应成绩。课堂表现方面，挑选程度好的学生上讲台讲解一些例题的解题思路和解题方法，并给予适当的平时分奖励，我们发现这样做可以提高其他学生的关注度、活跃课堂气氛。基于上述原因，第二轮课程考核改革中各项占比设定为：作业成绩15%，建模编程15%，课堂参与度10%，期末考试60%。

对于编程作业，具体安排如下：在复变函数篇讲完后，布置第一次编程作业，涉及二元函数、解析复变函数相关概念，学生需要将复变函数转换成相应的实变函数，然后分别对实部和虚部对应的二元函数编程绘制图像，要求在两周内完成。在数学物理方程篇讲完后，布置第二次编程作业，这些题都是数理方程部分很重要的例题，编程前要求学生能够从所学解题方法一步步推出这些偏微分方程的解，加深学生对书本知识的理解和把握，然后将题目中给定的条件代入，计算出待定系数，以此为基础进行编程，最后给出设定位置(x)或时间(t)对应的解的图像。学生也可以改变时间和位置参量，由模拟结果考察物理量随位置或时间的变化关系，以对波动传播、热传导等过程的物理图像有更深刻的认识。由于编程属于过程考核，无法对学生进行监控，为了尽量减少可能的抄袭，每道题都由四道小题组成，分别分配给两个自然班学号为偶数和奇数的同学，以降低抄袭率，同时丰富了编程内容。

三、改革成效与体会

（一）改革成效

基于改革，我们编写了一套基于 Octave 软件和 GeoGebra 软件的数学物理方法课堂演示模拟程序；初步构建了一套较完善的课程考核方法。经过课程教学和考核改革，学生对数学物理方法中抽象的复变函数、难以理解的数理方程有了更深刻的认识和直观的理解，一定程度上调动了学生的学习积极性。通过编程锻炼了学生的编程能力，使部分学生通过编程有了展示自己能力的机会，增强了其自信心。可喜的是，部分学生提交的编程作业超出预期：第一个年度学生上交的作业大多是基于 MATLAB, Octave 软件编写的程序，第二个年度上交的编程作业所使用的程序种类进一步扩展，包括了 Python、GeoGebra、Origin 等，编程多样化趋势表明学生在该方面能力的提高。

（二）存在的问题和不足

1. 考核改革后平时成绩占比增大，过程考核又无法监控学生独立完成情况，导致平时成绩的区分度偏低。原打算在编程考核过程中引入答辩作为监控手段，但由于学生课程较多、教师教学任务繁重，未能执行。针对该问题，在后续的考核改革中进行。

2. 纳入编程作为过程考核的过程中，发现虽然以往学生已学习过一些计算机程序语言方面的课程，但多学生编程能力确实存在不足。针对这一问题，一方面打算与新入学学生的班主任或指导老师沟通，提前强调学习编程语言的重要性，不只是为本课程的学习打基础，也更为以后考研、从事科研或相关工作奠定一定

的基础；另一方面，鼓励学生遇到编程方面的问题时，要善于从相关书籍、网络等资源中搜索，培养自学能力，这对以后的工作和科研至关重要。

3. 由于经验不足，对学生的水平把握不够准确，导致卷面不及格率总是偏高，所以仍需边进行课程考核改革，边积累资料，切实了解学生掌握知识的程度，以期在随后该门课的教学中能够获得更好的效果。

4. 鉴于往年发现该课程上课抬头率、听课积极性、互动情况不乐观，课堂教学改革中让部分学习程度好的同学上台讲解部分习题，但部分同学的反应仍不及预期，这点颇为棘手。

四、改革展望

通过该课程教学和考核改革，初步使学生对数学物理方法中抽象的复变函数、难以理解的数理方程有了更深刻的认识和直观的理解，提高学生的学习兴趣、对所学知识的理解，培养学生编程能力，提高学生用所学知识解决实际问题的能力，进而提高该门教学质量及学生的综合素质。对于不及格率偏高和学生课堂表现不及预期问题，我们打算建立一套完备的课堂练习题库，加强课堂互动和解题训练，以期获得更好的教学效果。

参考文献

- [1] 章礼华, 韩泽楠, 江贵生, 吴兆旺, 马业万, 李伶俐. 数学物理方法课程教学创新探索与实践 [J]. 安庆师范大学学报 (自然科学版), 2022, 28(1): 105-108.
- [2] 张定宗, 汪新文. 师范类专业认证背景下数学物理方法课程教学改革 [J]. 湖南科技学院学报, 2025, 46(3): 80-84.
- [3] 刘文军. 新工科形势下数学物理方法课程教学方式改革 [J]. 北京联合大学学报, 2024, 38(6): 49-54.
- [4] 徐红, 汤蜡岚. MATLAB 在多值函数可视化中的应用 [J]. 高等数学研究, 2024, 27(4): 52-55.
- [5] 田秀云, 王文华, 陈春雷, 王慧, 李慎德. MATLAB 可视化在数学物理方法教学中的运用研究 [J]. 现代信息科技, 2022, 6(23): 203-206.
- [6] 闫林丽, 张学勇, 郭玉献. "数学物理方法"中运用 MATLAB 的教学体会 [J]. 教育教学论坛, 2021, (30): 148-152.
- [7] 李冰. 用 GeoGebra 辅助波的干涉教学 [J]. 物理教学探讨, 2025, 43(6): 80-85.
- [8] 赵越, 杨晓丹, 王琳静, 周盛华. GeoGebra 环境下数形结合思想教学研究 [J]. 高等数学研究, 2023, 26(4): 24-26.
- [9] 程旭, 艾小川, 张恒. 运用 GeoGebra 软件实现复变函数可视化教学的探索与实践 [J]. 科教导刊, 2024, (5): 41-44.
- [10] 王秋玲, 张开银, 刘乙飞, 范沁, 崔北臣. 问题导向结合数学建模在 "数学物理方法" 教学中的应用 [J]. 安阳工学院学报, 2020, 19(4): 103-106.