

面向工程应用的矩阵论课程教学改革探究

王晓静*, 于健, 张艳, 何强

北京建筑大学理学院, 北京
Email: *xjwang@bucea.edu.cn

收稿日期: 2021年5月31日; 录用日期: 2021年7月30日; 发布日期: 2021年8月6日

摘要

矩阵论是理工科硕士研究生的重要学位课程。本文结合矩阵论课程的教学实践, 提出了以学生为本、以应用为导向的教学内容、教学模式和考核方式的改革建议。这些改革措施的实施有助于培养学生利用数学方法和计算机工具解决工程问题的应用意识, 提升学生的自主学习能力、创新能力和解决工程领域实际问题的能力。

关键词

矩阵论, 混合式教学模式, 创新思维, 实践能力

Study on the Teaching Reform of Matrix Theory Curriculum for Engineering Application

Xiaojing Wang*, Jian Yu, Yan Zhang, Qiang He

School of Science, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing
Email: *xjwang@bucea.edu.cn

Received: May 31st, 2021; accepted: Jul. 30th, 2021; published: Aug. 6th, 2021

Abstract

Matrix theory is an important degree course for master's degree students in science and engineering.

*通讯作者。

Based on the teaching practice of matrix theory curriculum, this paper proposes some suggestions for the reform of student-oriented, application-oriented teaching content, teaching mode and assessment method. The implementation of these reform measures will help to cultivate students' awareness of the application of mathematical methods and computer tools to solve engineering problems, and enhance students' ability of self-learning, innovation and solving practical problems in engineering.

Keywords

Matrix Theory, Blended Teaching Mode, Innovation Thinking, Practical Ability

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

为了适应我国社会和经济对高层次工程专业人才的需要,加强工程硕士研究生利用数学方法和计算机工具解决实际工程问题的职业能力培养,全国工程专业学位研究生教育指导委员会提出了工程硕士课程教学改革设想和指导性意见。2019年7月12日,科技部、教育部、中科院、自然科学基金委联合制定了《关于加强数学科学研究工作方案》指出:数学是自然科学的基础,提升数学支撑创新发展的能力和水平势在必行。高校教师需要与时俱进,积极推行工程硕士的数学课程建设与教学改革,为社会培养更多高素质的应用型人才。

矩阵论课程在国内研究生中大规模开设始于20世纪80年代,并逐渐成为工程硕士研究生的一门重要数学课程,在电气工程、控制工程、电子与通信工程、软件工程、建筑与土木工程等领域都有着广泛的应用。作为工科硕士研究生和工程硕士研究生的重要学位课程,矩阵论已成为现代工程技术领域处理大量空间形式与数量关系的强有力工具,对于培养研究生的抽象概括能力、逻辑推理能力具有重要意义,并能为后续课程学习奠定扎实的数学基础[1]。同时,对激活学生思维动力、学科思维和应用思维[2]也起到了不可或缺的作用。

目前,研究生招生规模逐年扩大,选修矩阵论课程的研究生越来越多。如何在矩阵论的教学中兼顾不同专业的特点,使教学内容更加符合专业培养要求,并进一步培养研究生将数学思想方法应用于学科专业研究的能力,值得深入探究。本文结合多年的教学实践,提出以学生为中心,以工程应用为导向的教学内容、教学模式及考核方式的改革。

2. 精选教学内容和应用案例,加强理论联系实际

2.1. 改革教学内容,强调工程应用

我校之前使用的矩阵论教材是2012年由北京航空航天大学出版社出版的《矩阵论引论》(第二版),该教材理论的证明严谨完备,美中不足的是实际性的应用案例涉猎甚少。另外,该教材没有涉及让学生利用计算机进行与数值计算相关的培训。讲授矩阵论课程的教师在教学组织过程中往往注重讲解抽象难懂的知识,忽视与实践应用的结合,导致研究生缺乏实际应用意识,使得研究生知识结构不尽合理,不利于创新能力的培养,影响了研究生学习矩阵论的积极性以及后续课程的教与学[3]。2015年9月,全国工程专业学位研究生教育国家级规划教材《矩阵论及其工程应用》[4]由清华大学出版社正式出版。该教

材强调问题的工程背景，注重基本概念和原理，重点介绍常用的矩阵论方法和应用，淡化理论推导，教材中选入了十多个工程应用例子。我们选用这部教材，通过详细地分析和讲解这些经典而又有趣的应用案例，帮助学生从应用的角度理解矩阵论的相关算法和工程应用。其中包括：矩阵和向量在人脸识别的稀疏表示中的应用；广义置换矩阵在鸡尾酒会中的应用；特征分析在俄罗斯数学家 Pisarenko 提出的谐波恢复的 Pisarenko 谐波分解中的应用；奇异值分解在图像压缩和数字水印中的应用；盲信道估计的子空间方法；电路设计和总体最小二乘法在确定地震断层参数中的应用等。

通过介绍矩阵论在工程中的应用实例，让学生体会到矩阵论的广泛应用价值和强大的科学潜力，培养学生理论联系实际，勤于思考，分析问题和解决问题的能力。

2.2. 引入 Matlab 数学软件，增强运用计算机解决问题的能力

把矩阵分解成形式简单或特殊矩阵的乘积，可以使矩阵的某些数字特征一目了然，便于简化矩阵的计算，在矩阵论中非常重要。在教学过程中要求研究生掌握如何用 Matlab 软件进行矩阵的 LU 分解、QR 分解、满秩分解和奇异值分解，求矩阵的特征值和特征向量、向量和矩阵的范数、矩阵的积分和微分以及解非线性系统等，并会对常见的动力学模型进行分析。鼓励学生与自己的科研课题相结合，进行科学计算和数值模拟的实践，通过解决科学研究中的实际问题，充分调动学生的学习主动性，有利于培养他们分析问题解决问题的能力，做到学以致用。

3. 运用多元化的教学方法和教学手段，激发学生的学习兴趣

矩阵理论和方法比较抽象，研究生难于理解。但是，因为矩阵论在很多工程领域有着广泛应用，在教学过程中沿着工程问题的背景逐步引入矩阵论的相关算法，并分析其应用的效果，达到解决实际问题的目的，同时淡化抽象的理论证明，提升学生的学习兴趣。

根据矩阵论课程内容和研究生的专业特点，对教学方案进行研究规划，设计一定的学习情境，精心设疑，引而不发，留有余地。运用启发式教学、案例教学和任务引领教学等多种教学方法，讲练结合，激发学生的学习兴趣。通过完成课后思考题进行探究式学习，有效培养学生的批判性思维和协同合作学习的良好习惯。

4. 信息技术与教学融合，提升学生自主学习能力

为优化人才培养全过程，关注人才培养成效和学习成果，强化学生工程伦理意识、职业道德和规范，持续提升工程人才培养水平，教育部 2020 年发布了《第二批新工科研究与实践项目指南》该指南提出要深入推进信息技术与教育教学的深度融合，探索人工智能、云计算、数据挖掘等新兴技术促进教与学的方法与途径[5]。

矩阵论课程理论性比较强，传统的课堂教学模式以黑板和多媒体课件为介质，通过老师课堂讲授将知识呈现给学生，学生会在教师推导过程中跟随教师的思路边思考边做笔记，接受和重组教师所传授的信息，但缺点是学生处于被动的地位，参与度不足，不能突出以学生为中心的理念，课堂氛围比较单调沉闷。另外，传统的课堂教学模式所传授的信息量也受到一定的限制，而矩阵论的课程内容十分丰富，覆盖线性空间和线性变换、内积空间、矩阵的标准形、矩阵分解、Hermite 矩阵与正定矩阵、矩阵范数和矩阵函数、广义逆矩阵等内容，在有限的 32 学时内只能讲完部分重要的内容。依托“泛雅超星”网络平台探索混合式教学模式，可以充分发挥线上和线下两种教学模式的优势，变革传统教学手段，突破传统课堂的时空限制，改变在课堂教学过程中过分依赖讲授而导致学生学习主动性不高和学生之间的学习效果差异过大等现象，提高授课效率。

我们利用泛雅超星网络教学平台,将矩阵论课程的电子课件、教学大纲、一些经典的案例分析等上传到网络课程里供学生查阅和了解,同时提供一些典型例题的解析、解题方法的归纳以及各章的自测题等便于学生自主学习,随时随地可以通过学习通进行答疑和讨论,加强了师生互动和生生互动。利用智慧工具超星学习通可以便捷地进行问卷调查和课堂小测验,及时了解学生的学习状况并解决学生反馈的问题,从而有的放矢地组织教学。

借助矩阵论课程的网络平台,将矩阵论课堂教学延伸到网上,使矩阵论课程从呈现形式、组织结构到基本内容都发生变化,进而吸引和鼓励学生学习利用在线平台主动自主学习,增强运用信息技术分析问题和解决问题的能力,以达到更好的教学效果。

5. 以学生为本,改进成绩评定模式

新工科建设的一个重要内容就是要完善个性化的人才培养质量评价体系。改进传统的一次或两次考试定结果的成绩评定模式,突出过程评价的目的是从单纯对知识的关注转变到对情感、态度、价值观和能力的关注上来,体现以学生为本的现代教学理念[6]。

学习矩阵论的目的使学生能够利用所掌握的知识解决一些实际问题。为加强过程考核[7],提高学生的应用能力,我们采取了三种考核形式,包括试卷形式的内容考核、课程报告形式的综述考核、Matlab编程形式的计算考核,在评定成绩时,提高平时成绩所占总评成绩的权重。平时成绩参考学生的课堂表现、课堂讨论参与度、课后完成书面作业以及线上学习的情况。学习该课程的2018级、2019级和2020级同学,结合各自的专业特色撰写了课程报告,内容涉及自动化与控制、智能建筑、暖通空调、神经网络、机器学习、图像处理、人脸识别、通讯信号等多个领域。通过撰写课程报告,促进学生深入了解矩阵论与所学专业的相关性,培养他们勤于思考、敢于质疑、查阅和研读文献等从事科学研究的能力,引导学生在学好课本知识的同时加强理论联系实际,提升解决工程实际问题的应用能力。

6. 将课程思政融入课堂

结合矩阵论的特征值、矩阵在密码学解密中的应用等相关内容,适时地插入数学史,简要地介绍高斯、牛顿、华罗庚和2019未来科学家大奖获得者王小云等国内外著名科学家们自强不息、坚持不懈的科学精神,培养学生的精益求精、止于至善的工匠精神,心怀人类进步、乐于奉献的家国情怀。在分析线性空间的基底的概念时,强调基底必须满足的两个条件:线性无关性(任何一个都不能被其余的线性表示)和最大性(任何一个元素都不可或缺),因势利导地告诫学生要储备知识,拓展技能,做一个“高维”的人,与时俱进,增强自我的不可替代的素养。

通过引入数学故事、数学文化,润物无声地将课程思政融入教学中,使同学们意识到自我人生价值的实现与国家社会的命运紧密相连,要做一个有责任和担当有志青年。

7. 结论

在矩阵论的教学过程中,不仅要充分发挥教学传授知识、创新知识和运用知识的功能,还要不断深入研究矩阵论课程教学特点,继续进行教学改革,不断探究提高矩阵论课程教学质量的策略,改革教学方法与课堂教学模式,充分利用线上线下混合教学模式的优势,提升学生的自主学习能力和创新能力,鼓励和引导学生聚焦国家产业发展“卡脖子”问题,学好、用实和创新所学,为培养高层次工程技术人才打下坚实的数学基础。

“我们的教育要培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人”!在矩阵论的教学中如何春风化雨般地融入课程思政,实现知识传授、能力培养和价值引领的有机融合,落实三全育人和立德树人

的教育理念也将是我们在教学过程中需要继续探索的课题。

基金项目

北京建筑大学 2020 年研究生教育教学质量提升项目(J2019008; J2020015; J2020004); 北京建筑大学教育科学研究项目(Y1811; Y1918; Y1919); 北京高等教育“本科教学改革创新项目”: 新工科背景下, 数学类基础课程教学改革研究(201910016004)。

参考文献

- [1] 李路, 王国强, 吴中成. 矩阵论及其应用[M]. 上海: 东华大学出版社, 2019.
- [2] 李敏, 李云泽, 严志国. 矩阵论思维教育的教学实践[J]. 当代教育实践与教学研究, 2020(12): 186-187.
- [3] 王震, 任水利, 刘文强. “矩阵论”课程教学中理论与应用相结合的思考与探索[J]. 教育现代化, 2018, 5(22): 162-163.
- [4] 张贤达, 周杰. 矩阵论及其工程应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2015.
- [5] 教育部. 第二批新工科研究与实践项目指南[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202003/t20200313_430668.html, 2020-03-03.
- [6] 毛立新. 新工科背景下矩阵论课程教学改革研究[J]. 高师理科学刊, 2019, 39(3): 83-85.
- [7] 谢挺, 钟坚敏. 以应用为导向的研究生矩阵论公共课程教学改革的探索[J]. 教育教学论坛, 2018(9): 125-126.