

江西理工大学硕士研究生课程教学改革与实践 ——以基础数学专业《有限群》课程为例

刘海林

江西理工大学理学院, 江西 赣州

收稿日期: 2024年7月30日; 录用日期: 2024年8月26日; 发布日期: 2024年9月4日

摘要

本文分析了江西理工大学基础数学专业硕士研究生《有限群》课程在教学内容、教学方法与模式、考核评价等方面存在的问题,有针对性地在注重问题驱动与创新能力培养、基于项目课题的团队学习、以学生为中心、因材施教编写课程讲义等方面进行了改革与实践。此次改革有效地提高了基础数学专业硕士研究生课程教学质量,实现了研究生人才培养的目标。

关键词

基础数学, 有限群, 改革与实践, Magma, GAP

Teaching Reform and Practice of Postgraduate Courses in Jiangxi University of Science and Technology

—Taking the Course of Finite Group for Pure Mathematics Major as an Example

Hailin Liu

School of Science, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou Jiangxi

Received: Jul. 30th, 2024; accepted: Aug. 26th, 2024; published: Sep. 4th, 2024

Abstract

This paper analyzes the problems existing in the teaching content, teaching methods and modes, course evaluation and other aspects of the course Finite Group for master students majoring in pure

mathematics in Jiangxi University of Science and Technology, and makes targeted reforms and practices in focusing on problem-driven and innovative ability training, team learning based on project topics, student-centered, teaching students in accordance with their aptitude and compiling course handouts. This reform practice has effectively improved the teaching quality of postgraduate courses in pure mathematics and achieved the goal of cultivating postgraduate talents.

Keywords

Pure Mathematics, Finite Group, Reform and Practice, Magma, GAP

Copyright © 2024 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. 概述

2021年国务院印发了《全民科学素质行动规划纲要(2021~2035年)》，纲要指出在“十四五”时期实施青少年科学素质提升行动，推进高等教育阶段科学教育和科普工作，深化高校教育教学改革，推进科学基础课程建设[1]。研究生教育是高等教育的重要组成部分，是追求创新价值的高端专业性教育，其最大的特点在于内在的、强烈的创新性和知识的贡献力，未来研究生教育质量决定了高等教育的质量[2]。硕士研究生教育是研究生教育的初级阶段，是向高层次研究的引导阶段或过渡阶段，培养的目的是：将部分优秀的本科毕业生引入相应的科学研究领域，激发科学研究兴趣，开阔学术视野，进行有效的科学知识积累和拓展，培养独立分析问题和解决问题的能力，为后续科学研究工作的顺利开展打下良好的基础[3]。提升研究生的科研和创新能力，为国家培养创新型专业人才，一直是高等教育的重要任务，也是当前一项重大的历史使命。“双一流”和“新工科”要求培养创新能力和实践能力并存的复合型人才，因此高校应在“双一流”和“新工科”背景下对研究生专业课程的教育教学改革进行探索和实践。

研究表明，近半个世纪世界最伟大的十项工程成就都是以数学理论为基础的[4]。这意味着提高数学专业研究生培养的质量是非常有意义的。为了提高数学专业研究生的培养质量，必然要求对数学专业研究生课程进行改革和探索。目前，国内在研究生的数学课程教学改革研究方面取得了一些丰硕的成果[5]-[10]。

江西理工大学是工业和信息化部、教育部与江西省共建的省属重点高校。学校拥有国家稀土功能材料创新中心、国家离子型稀土资源高效开发利用工程技术研究中心、国家铜冶炼及加工工程技术研究中心、教育部稀有稀土省部共建协同创新中心、离子型稀土资源开发及应用教育部重点实验室、钨资源高效开发及应用技术教育部工程研究中心、国家钨与稀土产品质量监督检验中心等一批国家科研平台。数学学科是江西理工大学的重点学科，具有数学一级硕士学位授予点。作为特色鲜明的高水平理工科大学，数学专业，尤其是基础数学专业的研究生课程教学在很大程度上不仅影响着研究生在今后的工作或科研中的创新意识及创新能力，而且也影响着江西理工大学优势学科的发展。因此，江西理工大学自2018年起推动了数学专业研究生课程改革与实践，而基础数学专业的《有限群》课程被纳入到了首批试点改革课程当中。

有限群课程不仅是数学学科中不可或缺的一部分，而且也是物理化学等自然学科的重要理论工具，对于培养数学专业人才和推动数学、物理、化学等学科研究的发展都起着至关重要的作用。在数学领域中，群论是一个非常重要且基础的分支。有限群是群论研究的重要对象之一。随着数学的不断发展和应

用的广泛拓展，有限群的理论在诸多领域展现出了其深远的影响。在抽象代数的研究中，有限群是基本的研究对象，它为理解群的结构、性质以及各种群的运算规律等提供了重要的理论基础。通过对有限群的深入研究，可以揭示群的内在结构特征和性质之间的关系，为进一步研究其他数学分支，如环论、域论等提供有力的工具和方法。对于数学专业的学生而言，学习有限群课程有助于培养学生的抽象思维能力和逻辑推理能力。有限群的理论涉及大量的抽象概念和定理的证明，学生需要通过对这些内容的学习和思考，锻炼自己从具体实例中抽象出数学模型，进行逻辑推理和证明的能力，这对学生后续深入学习数学以及其他相关学科的理论研究非常重要。有限群在物理化学中也有着不可替代的作用，特别是在解决分子光谱，分子振动，相对论，晶体学等问题时，群论体现出了其非凡的简洁性与统一性。如费多罗夫解决了晶体分类中的正规空间点系问题，并通过群论详尽讨论出了平面费多罗夫群共 17 个，空间费多罗夫群共 230 个。群在晶体振动中也被广泛应用，化学家们将晶体中的部分点抽象出来构成一个点群，由这个唯一的点群可对整个晶体作出局部的描述，这样的点群称为晶体学点群。通过对此点群旋转平移等一系列变换操作，可使整个晶体复原[11]。此外，对于从事数学研究工作的人员来说，深入研究有限群理论是开展更高级数学研究的重要基础。许多重要的数学成果都与有限群的研究密切相关，通过对有限群的深入研究可以推动数学学科的不断发展和创新。

江西理工大学基础数学代数学团队深入分析了有限群课程教学中存在的问题，并有针对性的进行了一系列的改革实践，取得了显著的效果，达到了改革的目标要求。

2. 基础数学专业有限群课程教学存在的问题

首先，有限群课程的定义多，内容抽象，理解难度大。学习有限群课程的前序课程是代数学、近世代数或者抽象代数，尤其是这些课程中群论部分的基础知识。有限群是对这些课程的更进一步深入细致地研究，理论性强，经典内容多，既包含有限群基本理论也包括有限群前沿专题。而我校基础数学专业部分研究生本科阶段没有学习代数学、近世代数或者抽象代数这些课程，从而导致学习有限群课程有畏难和抵触情绪，以致缺乏学习热情。

其次，有限群课程在理论学习的同时需要掌握代数软件 Magma 和 GAP 的使用，这两款软件在有限群的计算、举例和验证方面有着非常重要的作用。目前，我们学校有限群课程教学大纲没有安排代数软件实践环节，从而导致学生在编程实践环节非常薄弱，无法将相关理论输出为实践结果。因此，作为基础数学专业的研究生，不仅要重视有限群课程的理论，更要关注代数软件 Magma 和 GAP 的使用。

最后，有限群课程采用传统的以老师单向传授知识给学生，学生被动的学习的教学模式。这种注重知识讲解，而忽略学生的教学模式，不利于学生自主学习能力的培养，从而导致学生创新能力这一核心素质不高。此外，有限群课程是以闭卷答题的形式进行考核。这种在规定的时间内完成相应的理论考核方式，不能客观地反应出学生对该门课程的掌握情况。学生只要在考试前短期内进行机械式复习就会通过考核，出现的考试内容都会，但实际上对题目和问题的本质理解不够深入，仅仅停留在问题表面的现象。

3. 基础数学专业有限群课程的教学改革与实践

为了进一步提高有限群课程的教学质量，建立理论教学与实践教学相结合的教学体系，培养学生的自主学习能力和创新能力，我们针对有限群课程存在的问题，对基础数学专业研究生的有限群课程进行了一系列的改革和实践。

3.1. 注重问题驱动与创新能力培养

将问题驱动思想融入到有限群课程教学中，形成以问题为驱动的教学模式。每次讲课前，我们都会收集与本次课程内容相关的有限群前沿研究成果，并将这些最新研究成果融入到课程教学中，课后同学

们用所学知识思考前沿成果中所遗留的公开问题，或者挖掘其中一些有意义的问题。

将创新能力培养融入到有限群课程教学中，形成以能力培养为目标的教学模式。首先，我们鼓励学生报告课后习题，遇到的问题通过收集、整理和查阅相关资料或者与老师交流解决。其次，对于一些简单内容，安排学生讲授，老师点评。此外，我们还完善了教学体系，将有限群课程由原来 32 课时的理论讲授方式转变为 48 学时的理论与上机相结合的方式，其中理论讲授 38 学时，上机实操 Magma 和 GAP 软件 10 学时。

3.2. 基于项目课题的团队学习

目前，有限群教学团队主持科研项目和课题 7 项，其中国家自然科学基金项目 4 项，省部级课题 3 项。基于这些项目和课题，学生根据自己的兴趣和知识储备情况，选择一个或者多个课题加入进行有限群的学习。组建学生课题小组，以小组为单位各组规划阶段性目标，并对学习成果进行评估。这不仅培养了学生的协作能力，而且还培养了学生解决问题的能力。这种以项目课题为依托，组建团队来学习有限群的模式充分的调动了学生学习的积极性，通过课题的实践后，学生的综合能力和创新能力都有了很大的提高。

3.3. 以学生为中心

我们注重以学生为中心的教学理念。首先，我们对有限群课程的内容进行了优化。优化后的有限群课程内容聚焦基础，淡化专题。基础部分以群在集合上的作用、可解群、幂零群和群与图为主，对于有限群线性表示、群在群上的作用、典型群等专题安排，学生根据自己的兴趣选学，选学部分不占用教学课时。

其次，我们采取多元化教学方式对有限群课程教学，在传统的教学方式上增加了论文选读、学生微课和学术研讨班等方式。我们安排了两次论文选读，一次是在学习完群在集合上的作用和群与图之后，另一次是在学习完可解群和幂零群之后。与此同时，每两周安排一次学术研讨班，同学们就感兴趣的课题或者问题拿出来一起讨论。此外，我们还安排了每人一次微课，在老师给定的内容中选择一个知识点进行讲解与交流，老师和学生互换角色。

最后，我们完善了有限群课程考核体系，加强了课外学习的监管。每周安排 5 次习题课，周一到周五每天 1 次，每次 1 小时，由课程老师和助教学生进行习题答疑，每周答疑习题固定。要求学生按自己的空余时间每周选择上一次习题课，上习题课之前需要思考相应的习题，并在习题课上与助教交流，在解决自己的疑问后完成习题内容。对于无辜不参加习题课的学生，每缺席一次扣 20 分。此外，我们还在课程中期和末期安排了 2 次小作业，小作业内容以应用理论知识解决问题为主，要求学生在规定的时间内提交，并以一定的比例算入到平时成绩中。

3.4. 因材施教，编写课程讲义

目前国内有限群课程使用的教材主要有北京大学徐明曜老师著的《有限群导引(上、下)》、英国布里斯托大学 H.E. Rose 教授著的《A Course on Finite Group Theory》、德国学者 H. Kurzweil 和 B. Stellmacher 著的《The Theory of Finite Groups: An Introduction》以及德国美因茨数学研究 B. Huppert 教授所著的《Endliche Gruppen I~III》，这几部著作各有自己的特色。但由于我校基础数学专业研究生底子相对薄弱，所以这些教材并不适合我们的学生。基于此，我们编写了符合我校基础数学专业学生实际的讲义，内容除了包含了传统的有限群理论知识外，还加入了一些有限群的前沿理论知识和课题。此举真正践行了尊重个体差异，因材施教。

4. 基础数学专业有限群课程教学改革实践效果

自 2018 年我们对基础数学专业有限群课程进行教学改革开始，截至 2024 年已经历时 5 年时间。这 5 年的课程教学改革实践表明：我们所采取的改革措施是积极有效的，改革成果是丰硕的。首先，通过改革教学模式，如以问题为驱动的教学模式、以能力培养为目标的教学模式等，能够极大地激发学生对有限群课程的兴趣。学生不再觉得课程枯燥乏味，而是主动投入到学习中，积极参与课堂互动和思考，学习的积极性显著提高。其次，改革后的课程内容更加注重知识的系统性和逻辑性，帮助学生更好地构建有限群的知识框架。学生能够更深入地理解有限群的定义、性质、运算、子群、群同构等基本概念和理论，对相关定理和证明的理解也更加透彻。第三，以学生为中心的教学理念，不仅充分调动了学生学习的积极性和主动性，而且鼓励了学生自己的主探究和创新思维。学生在学习过程中学会了独立思考、分析问题和提出创新性的解决方案，培养了学生的创新意识、创新思维和创新能力。第四，以项目课题为依托的团队学习模式使同学们发挥了自身优势，最大限度地利用自身的知识储备解决遇到的问题，形成了同学们之间相互鼓励、帮助、交流与协作的氛围。学生学会了分工协作、互相支持、共同解决问题，团队合作能力得到了有效锻炼。第五，通过课程改革，教师更好地激发了学生的学习潜力。例如，受基础数学专业有限群课程改革的激励多位同学实现了读博梦，有的以考试方式成功考取了有限群方向的博士研究生，有的以申请考核方式获得了有限群方向的博士研究生入学资格。此外，还有一些同学在研究生数学建模竞赛中取得了优异的成绩。

5. 结束语

本文对江西理工大学基础数学专业硕士研究生有限群课程在教学内容、教学方法与模式、考核评价等方面存在的问题进行了客观分析，有针对性的提出了注重问题驱动与创新能力培养、基于项目课题的团队学习、以学生为中心、因材施教编写课程讲义等改革措施。此次改革不仅注重学生学习能力、实践能力和创新能力的培养，更注重学生的个体差异，同时也注重学科知识的前沿性和交叉性。此次改革实践切实有效地提高了基础数学专业硕士研究生课程教学质量，实现了研究生人才培养的目标。

虽然基础数学专业有限群课程改革取得了比较显著的成绩，但仍有一些方面值得进一步思考和探索，如建设有限群课程视频库、开设面向全校本科生的有限群科普选修课等等。

基金项目

江西理工大学教学改革研究项目(XJG-2023-33)。

参考文献

- [1] 国务院. 全民科学素质行动规划纲要(2021-2035 年) [EB/OL].
https://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5623051.htm. 2024-07-23.
- [2] 陈美球, 廖彩荣, 陈小涛. 新农科建设对地方高校研究生教育的新挑战及改革策略[J]. 高等农业教育, 2022(3): 19-26.
- [3] 赵德平, 孙常春, 张楠. 研究生公共数学类基础课程的改革研究与实践[J]. 教育教学论坛, 2015(51): 91-92.
- [4] 梁飞, 刘杰. 针对工科研究生的数学课程教学改革研究——以西安科技大学为例[J]. 西部素质教育, 2017, 3(16): 196.
- [5] 汪文帅. 数学专业《有限元法》研究生课程教学改革探讨[J]. 教育现代化, 2019, 6(86): 114-115.
- [6] 王海军, 陈兴同, 杨然. 基于问题与能力培养的《数值分析》课程教学改革与实践探析[J]. 高教论坛, 2020(2): 43-45.
- [7] 宫春梅. 基于创新能力培养的研究生《数理统计》课程教学研究[J]. 创新创业理论研究与实践, 2020(16): 25-26.

-
- [8] 穆志民, 陈雁东, 刘琦. “新农科”背景下研究生公共数学课程教学的改革探讨[J]. 天津农学院学报, 2023, 30(5): 95-98.
 - [9] 余翔, 王钰轲, 李忠旭. “现代数值分析方法”课程教学的改革与实践[J]. 教育教学论坛, 2023(20): 60-63.
 - [10] 蒋英春, 郭慧君, 寇俊克. “双一流”背景下应用数学类研究生课程建设与教学改革的新探索——以《小波分析》课程为例[J]. 科技视界, 2021(1): 22-24.
 - [11] 知乎. 群论的简单科普[EB/OL]. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/385959041>, 2024-07-23.