

数学专业基础课图论的课程思政案例教学探索与实践

张萍

上海理工大学理学院, 上海

收稿日期: 2023年10月2日; 录用日期: 2023年11月1日; 发布日期: 2023年11月8日

摘要

全面推进课程思政建设是实现专业教育和拔尖创新人才培养的重要举措。图论作为数学专业的一门专业基础课程,具有重要的理论价值和应用前景。本文以图论课程为例,介绍了思政元素引入课堂教学模式的探索以及相应的教学实践效果。

关键词

图论, 课程思政, 案例教学实践

The Exploration and Practice of Ideological and Political Case Teaching in Mathematical Basic Course of Graph Theory

Ping Zhang

College of Science, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Oct. 2nd, 2023; accepted: Nov. 1st, 2023; published: Nov. 8th, 2023

Abstract

Comprehensively promoting curriculum ideological and political construction is an important measure to realize professional education and the cultivation of top-notch innovative talents. As an important basic course of mathematics, graph theory has important theoretical value and application prospects. Taking graph theory course as an example, this paper introduces the exploration of introducing ideological and political elements into teaching mode and its corresponding teaching practice effect.

Keywords

Graph Theory, Ideological and Political Education, Practice of Case Teaching

Copyright © 2023 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

2016年, 习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上强调“把立德树人作为中心环节”, 引领学生“正确认识中国特色和国际比较, 全面客观认识当代中国、看待外部世界”[1]。立德树人是新时代中国特色社会主义教育理论体系的重要组成部分, 是高等教育的根本任务。在高等教育阶段全面推进课程思政建设是落实立德树人根本任务的重要举措。高校作为育人目标的主阵地, 高校教师始终处在“三育人”的第一线, 不仅要在专业知识领域更要在精神内涵层面给学生积极的引领和指导。可以说高校教师是课程思政有效落实的关键所在, 因此要充分梳理挖掘所授课程中的思政元素, 促进思政教育与人才培养各环节的有机融合, 使思政教育贯穿于育人全过程。目前高校已经对课程思政与课程教学融合做了大量的探索[2]-[8]。具体到图论课程, 公徐路以离散数学课程的思政教育为出发点, 重点阐述了课程思政的必要性、可行性以及结合课程教学的实施方案和教学效果等, 为离散数学的课程思政课堂教学提供了良好素材[9]。史永堂、雷辉、李佳傲等以研究生图论课程为例, 介绍了如何将思政元素引入课堂教学, 关联知识要点、课程案例与思政元素, 培养学生数学核心素养的探索与实践能力[10]。

离散数学在信息科学、计算机科学、理论化学、生化药物设计等领域有广阔的应用前景。然而, 离散数学的学习与其他分析、计算类数学课程有很大不同。随着现代科学技术的快速发展, 科学家们要处理的对象系统越来越大, 越来越复杂。这些大而复杂的系统用人工来处理是无法想象的。因此, 我们需要借助大型甚至巨型计算机来对模型进行计算和模拟。众所周知, 不管多么先进的计算机系统处理的都是有限的离散结构。为了能有效利用计算机的帮助, 科学家们必须合理地将一个大型的复杂系统离散化, 建立相应的离散数学模型。作为离散数学的一个重要组成部分, 图论主要研究离散模型的结构、算法和应用等问题。比如图论可以用来研究众多现实社会中复杂网络模型的特定结构问题, 近年来在理论和应用方面得到了快速而充分的发展。因此图论成为了数学专业高年级本科生和研究生的一门重要的专业基础课。

上海理工大学建校一百余年, 始终坚持立德树人根本任务, 发扬依托行业、产学研相结合的办学传统, 学校持续贯彻“对接行业, 改造专业, 引导就业”的理念, 本科教育强调“厚基础、宽口径、强实践”, 研究生教育注重“跨学科、重创新、贴行业”, 在专业教育教学和人才培养方面倡导思政引领、应用为导, 在整个教学过程中重视学生数学核心素养的培养, 尤其是致力于培养学生探索新知、追求真理、不畏艰难的科学精神, 帮助学生树立正确的人生观和价值观, 为争做德才兼备的复合型人才奠定良好基础。本文将笔者多年图论教学经验出发, 围绕图论课程的教学知识点、应用案例、思政案例等要素的融合, 让学生产生内在的学习驱动力, 延拓课程学习广度和深度, 进一步提高学生认识问题、分析解决复杂问题的综合能力。

2. 图论课程思政育人目标

图论涉及到数学的多个分支, 数论、代数、分析、概率等等都在图论中有重要的应用体现。此外, 图论和统计、大数据、计算机等学科也关系密切。在课堂教学方面, 我们重视学科的交叉融合, 注重专

业互补、资源共享共建。作为一门应用性很强的学科，图论要注重培养学生分析问题、转化问题、解决问题的能力，让学生充分意识到图论的学科价值。如在物流分配问题上可以建立最小费用流模型；在芯片设计上可以考虑平面图的嵌入模型等等。

图论作为网络数据的基本研究对象，为相关应用类课程提供知识储备和思维方法。在课程教学中，需要将马克思主义哲学原理与科学精神、家国情怀的培养结合起来，深入挖掘课程中的中国元素、中国贡献以及中医学等应用场景，积极地将思政元素纳入课堂，从而培养学生的爱国情怀和优秀品格，引导学生参与到课程中来，从课程中吸取、消化蕴含的思政元素。

3. 思政元素与教学内容同向同行的教学设计

课程思政的关键是立足知识体系，通过知识体系的构建挖掘梳理课程中的思政要素，给知识内容赋予鲜活的思政背景，促进思政要素和教学内容同向同行。笔者将以研究生图论课程为例，来介绍在数学教学中课程思政方面的探索，以课程的教学大纲、教学内容为抓手，把马克思主义哲学原理的教育与科学精神的培养有机结合起来，努力提高学生的数学核心素养。

3.1. 理论与实践的辩证统一在图论教学内容中的体现

习近平总书记在《辩证唯物主义是中国共产党人的世界观和方法论》中指出要学习和运用辩证唯物主义世界观和方法论，学习掌握认识和实践辩证关系的原理，坚持实践第一的观点，不断推进实践基础上的理论创新。数学与唯物辩证法之间存在本质而内在的密切联系，引导学生通过案例开启认知构建，通过理论策略来解决问题，并进一步升华理论研究解决新的问题，是提高课堂效率、提升教学效果、促进研究成效的有效途径。

图论的产生和发展中的大多数问题都来源于实践，在实践中理论得到长足发展之后又反过来对现实问题的模型化和求解产生非常重要的影响。

案例 1: 涉及图论学科起源的格尼斯堡七桥问题。格尼斯堡曾是德国的历史文化名城，那里有两座小岛被河流环绕，有七座桥链接岛屿和其他的陆地。当地的居民热衷于在桥上散步，试图从一个地点出发经过所有桥恰好一次后回到起点，但没有人成功过。欧拉开创性地将该问题图形化，并最终断言不存在这样的环游策略。

案例 2: 中国邮递员问题。该问题由我国著名的数学家管梅谷先生于 1962 年提出：邮递员派信需要从邮局出发，每条街道至少(强调)行走一次，再回邮局。如何行走才能使其行走的环游路程最短？

这两个问题都涉及图论中的一个重要内容：图的遍历。案例 1 主要研究的是存在性问题，案例 2 更侧重于最优性问题。通过转化，可以将以上两个案例转化为如下的数学问题。

问题 1: 满足什么条件的图中存在一个闭途径使得该途径经过图中所有边恰好一次？

问题 2: 对无向(或有向)边赋权图，经过图中所有边至少一次的闭途径的边权值和最小值是多少？

问题 1 和问题 2 都源于现实问题，在课堂教学中，需要强化学生的参与意识，培养学生将实际问题抽象成数学问题从而用数学方法解决实际问题的能力，让学生树立“图论源于实践并服务于实践”的意识。

十九世纪以来，由于交通运输和通讯传输等方面迅猛发展。特别是近几十年来随着计算机的快速发展，大量大规模的实际问题得到充分研究，其中交通运输、电路设计等问题都涉及到图论。超大规模集成电路产业已成为国民经济和社会发展的战略性、基础性、先导性产业，其中电路划分是超大规模集成电路物理设计的关键步骤，其结果会影响后续的布局、布线等过程。本质上电路划分问题是一个多约束、多目标的优化问题，具体算法涉及到图的二部划分、图的谱方法、最小费用流等图论经典内容和方法，它的理论基础是图论中的点集划分、覆盖、分解等问题。这些都是理论认识和发展源于实践又指导于实践的具体体现。

3.2. 结合案例提升数学核心素养

数学专业课程教学是数学核心素养养成的主要载体。在课堂教学中，特别要注重学生实事求是、求真务实、不惧失败、开拓创新的理性精神；要凸显重要科研结果的演变历程，绝大部分经典而重要的结果都不是一蹴而就的，而是无数甘于奉献的科学家扎实耕耘最后才开出希望之花、结出成功之果；要挖掘梳理课程教学中的中国元素、中国贡献，培养学生的爱国热情。

案例 3：地图染色问题和四色猜想。四色猜想起源于地图染色理论，于 19 世纪 50 年代被正式提出，它的内容可以简述为：任意一张平面(或球面)地图只用四种颜色就可以使得拥有共同边界的区域染上不同的颜色。

四色猜想陈述如此简单，但其证明历程却非常不平凡。四色猜想被誉为世界近代三大数学难题之一。许多著名的数学家如德摩根、哈密顿、凯莱、肯普、希伍德、闵可夫斯基等都曾研究过该问题。如肯普曾给出一个四色定理的证明，但后来被发现证明中有个无法被修正的错误；但这并不意味着肯普的证明毫无意义，希伍德运用肯普的方法证明了平面图的五色定理(教材中需要掌握的定理)，进一步地得到了环面图的七色定理并对一般的复杂曲面给出了好的结果。经过数学家们数十年的努力，进展的突破口最终转向了计算机辅助。1976 年美国数学家 Appel 与 Haken 宣告借助电子计算机获得了四色定理的证明；1998 年，托马斯改进了 Appel 与 Haken 提供的程序从而简化了证明，但证明仍旧依赖计算机。四色定理的证明成为数学史上一系列新思维的起点。在证明过程中，新的数学理论方法得到了长足的发展。这些理论和方法在很多现实问题如航班设计、课程安排、药品堆放等方面都起到积极而直观的推动作用。在课堂教学中，让学生充分体会简单优美的数学定理背后蕴藏的艰难复杂的证明过程，培养学生不畏艰难、锲而不舍的科学精神，提高学生用所学知识解决实际问题的能力。

案例 4：码头自动化算法设计和最短路问题。上海洋山四期自动化码头于 2014 年 12 月开工建设，历时三年后于 2017 年年底开港，是全球规模最大的自动化集装箱码头。近年来，受益于“一带一路”倡议及“长江经济带”的政策利好，洋山港国际枢纽港地位逐渐确立。码头操作系统中关键性科学问题的研究包括泊位分配、桥机指派、桥机调度以及自动牵引车的任务分配、路径规划、堆场作业计划、水平转运优化、堆场设备调度等问题。这些问题都与图论密切相关。如以图论著名的 Dijkstra 算法为基础，把 AGV 的路径规划问题转化为栅格图上寻找最优路径问题。最短路问题在现实生活中有着广泛的应用，如导航系统归根结底也是一个最短路问题。

通过码头自动化建设可以看出我们国家在改革开放以来经济建设取得的巨大成就，充分展示中国力量、中国特色、中国贡献，以激发学生的民族自豪感、自信心和爱国热情；另一方面，还需要让学生意识到，在很多方面我们国家与发达国家还有一些差距。很多现实问题，需要大家努力学习、潜心钻研、奋起直追、肩负起民族复兴的重任。

4. 课程思政的教学实现和成效

在具体教学中，我们重视课程思政在各个教学环节中的体现。在备课过程中，围绕图论一些核心主题，集思广益，开展课程思政案例大讨论，形成高质量的课程思政案例库。在教学过程中注重趣味性和内容的延展性，如欧拉环游问题、鸽巢原理问题等都是特别有意思的问题并且有很好的相关应用，学生积极性强、参与度高，许多问题可以转化为这些问题的变形。通过对内容的适度延展，提升课堂深度和广度，体现课程教学的高阶性。此外，由于图论诸多知识源于实践，因此在教学环节中可以在课堂中给学生充分展示的空间，如针对具体案例的模型转化、算法设计等，引导学生积极参与，交流合作。

本课程开设多年以来，始终坚持课程思政与教学内容的同向同行，坚持教学过程的趣味性、互动性和知识性相统一。通过学期中和学期末的问卷调查，学生普遍能够接受这种课程思政方式。部分问卷结果见图 1。



Figure 1. Partial questionnaire results
图 1. 部分问卷结果

在案例教学环节中，学生普遍反映能够提升自己分析问题、语言表达、逻辑推理、交流合作等方面的能力。大部分学生能够掌握图论的核心内容和思维方法，在课程学习中想象力、创造力都得到了良好锻炼。年终学生评教部分结果见图 2。

查看主观题结果 (2022-2023-1评教批次 - 22010027 - 图论及其应用 - 22010027-22231-1班 - 张萍)

筛选题目: ...

主观题目	填写内容
您的建议	无
您的建议	无
您的建议	无
您的建议	老师上课认真仔细 特别好
您的建议	无
您的建议	非常好
您的建议	好
您的建议	老师上课十分耐心，负责任
您的建议	无
您的建议	无

共26条数据，分3页显示，每页显示 10 条数据。



Figure 2. Partial results of end-of-year student evaluations
图 2. 年终学生评教部分结果

5. 结语

本文主要以数学专业课图论的教学实践为例,阐述了图论教学内容与课程思政要素的融合交叉点,并结合教学实践案例体现课程思政的全程融合过程。课程思政是高校立德树人的一项系统工程,贯穿于整个教学全过程。深入推进大学数学课程思政教学,需要课程体系修订、教学资源建设、师资队伍优化、应用平台推广、课堂教学管理等多方面齐抓并进,多方配合协调。只有这样才能在真正意义上实现高校立德树人的根本任务。

致 谢

作者非常感谢审稿专家提出的宝贵意见以及参考文献对本文的启发。

基金项目

上海高校青年教师培养资助计划(ZZ202203102),上海理工大学研究生课程思政建设项目。

参考文献

- [1] 习近平在全国高校思想政治工作会议上讲话[N]. 人民日报, 2016-12-09(001).
- [2] 于歆杰. 理工科核心课中的课程思政——为什么做与怎么做[J]. 中国大学教学, 2019(19): 56-60.
- [3] 吴慧卓. 高等数学教学中渗透课程思政的探索与思考[J]. 大学数学, 2019, 35(5): 40-43.
- [4] 陈航. 数学课程思政的探索与实践[J]. 中国大学教学, 2020(11): 44-49.
- [5] 彭双阶, 徐章韬. 大学数学课程思政的课堂教学实现[J]. 中国大学教学, 2020(12): 27-30.
- [6] 俞能福, 闵杰. 挖掘高等数学文化内涵, 践行课程思政教学改革[J]. 大学数学, 2020, 36(5): 25-30.
- [7] 朱婧, 陈学慧, 司新辉. 疫情背景下微积分“课程思政”的教学探索与实践[J]. 大学数学, 2021, 37(1): 33-38.
- [8] 秦厚荣, 徐海蓉. 大学数学课程思政的“触点”和教学体系建设[J]. 中国大学数学, 2019(9): 61-64.
- [9] 公徐路. 课程思政下离散数学课堂教学中的改革与实践[J]. 大学数学, 2020, 36(4): 25-30.
- [10] 史永堂, 雷辉, 李佳傲. 数学基础课程图论的课程思政探索与实践[J]. 大学数学, 2021, 37(4): 34-41.