

# 《分数阶微积分》课程思政教学案例

宋传静

苏州科技大学数学科学学院, 江苏 苏州

收稿日期: 2022年2月2日; 录用日期: 2022年2月23日; 发布日期: 2022年3月2日

## 摘要

主要阐述了课程思政的提出及重要意义, 探讨研究生课程《分数阶微积分》中课程思政教学案例。文中涉及到的思政元素主要有思维方式、社会责任、家国情怀及科学精神。对于每个案例, 均详细给出了教学目的及教学设计。

## 关键词

分数阶微积分, 课程思政, 教学案例

# Teaching Cases of Ideological and Political Education in Fractional Order Calculus

Chuanjing Song

School of Mathematical Sciences, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou Jiangsu

Received: Feb. 2<sup>nd</sup>, 2022; accepted: Feb. 23<sup>rd</sup>, 2022; published: Mar. 2<sup>nd</sup>, 2022

## Abstract

This paper mainly expounds the proposal and significance of the curriculum ideological and political education, and discusses the teaching cases of the curriculum thought and politics in the graduate course Fractional Order Calculus. The ideological and political elements involved in this paper mainly focus on thinking mode, social responsibility, family and country feelings and scientific spirit. For each case, the teaching purpose and teaching design are given in detail.

## Keywords

Fractional Order Calculus, Curriculum Ideological and Political Education, Teaching Case

Copyright © 2022 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. 前言

党的十八大以来,习近平总书记先后主持召开全国高校思想政治工作会议、全国教育大会、学校思想政治理论课教师座谈会等重要会议,作出一系列重要指示,这些重要讲话为推进高校课程思政建设工作指明了前进方向、提供了根本遵循。教育部高度重视,认真贯彻党中央、国务院部署,对高校课程思政建设作出一系列工作安排,在学科专业、一流本科、教师培训、教学评估等工作中进行重点部署,并指导研制出台《高等学校课程思政建设指导纲要》,具体指导课程思政教学改革工作实践。

全面推进高校课程思政建设是落实立德树人根本任务的战略举措。在高校价值塑造、知识传授、能力培养“三位一体”的人才培养目标中,价值塑造是第一要务。全面推进课程思政建设,就是要寓价值观念引导于知识传授和能力培养之中,帮助学生塑造正确的世界观、人生观、价值观。

全面推进高校课程思政建设是提升人才培养质量的关键。高校人才培养是育人和育才相统一的过程。当前,高校中还不同程度地存在专业教育与思想政治教育“两张皮”现象。全面推进课程思政建设就是要解决这一问题,把教育教学作为最基础最根本的工作,构建更高水平人才培养体系,促进学生全面发展。

教育部坚持知识传授和价值引领、显性教育和隐性教育、统筹协调和分类指导及总结传承和创新探索等“四个相统一”全面推进课程思政建设工作。

高校教师的80%是专业教师,课程的80%是专业课程,学生学习时间的80%用于专业学习。因此,专业课程教学是课程思政最主要的依托。《高等学校课程思政建设指导纲要》根据教育教学规律和人才培养规律,结合学科专业建设特点,对课程思政教学体系进行有针对性地设计。如根据不同课程的学科专业特点和育人要求,按照公共基础课、专业课、实践类课程3种课程类型,分别明确了每类课程进行课程思政建设的重点。其中,又按照学科专业特点,分别提出文史哲类、经管法类、教育学类、理工类、农学类、医学类、艺术类7大类专业课程的具体建设目标,使各个专业教学院系、各位专业课教师都能在课程思政建设工作中找到自己的“角色”、干出自己的“特色”。

《分数阶微积分》作为理科研究生的一门非学位专业选修课,也应将课程思政融入课堂教学建设的全过程。

分数阶微积分,顾名思义,就是将通常意义下整数阶的微积分运算推广到分数阶的微分和分数阶的积分,它可以看成是经典的整数阶微积分的拓展。20世纪90年代以来,分数阶微积分理论与方法已被广泛地应用到自然科学与社会科学的各个领域,如物理力学领域、反常扩散相关问题研究领域、黏弹性材料本构关系研究领域、自动控制领域、信号处理领域、天气预报领域、生物医学领域及地震奇异性分析研究领域等。目前,分数阶微积分的专著已有不少[1]-[7],国际上每两年举办一次“分数阶微积分及其应用”的系列学术研讨会,此外,Journal of Fractional Calculus和Fractional Calculus and Applied Analysis是有关分数阶微积分及其应用的专题期刊,在美国数学分类号2010年版(Mathematics Subject Classification 2010, MSC2010)中,也增加了分数阶微积分的条目。

《高等学校课程思政建设指导纲要》提出,要围绕坚定学生理想信念,以爱党、爱国、爱社会主义、爱人民、爱集体为主线,围绕政治认同、家国情怀、文化修养、宪法法治意识、道德修养等重点内容优化课程思政内容供给。本文主要基于文献[7]给出《分数阶微积分》“课程思政”实践教学案例。

## 2. 课程思政案例

思政元素有政治方向、家国情怀、社会责任、专业伦理、道德法治、科学精神、职业发展、思维方式、人文精神、社会实践、志愿服务及其他。案例切入方式有案例穿插、专题嵌入、隐性渗透、讨论辨析、作业点评及其他。本文将针对不同的思政元素，选择合理的切入方式，并给出教学目的及教学策略或设计。

### 2.1. 《分数阶微积分》“思维方式”教育教学案例

此案例的思政元素是思维方式，切入方式为隐性渗透。教学目的及教学设计如下。

#### 教学目的

引入分数阶微积分，引导学生注重思维方式，勇于创新。

#### 教学策略或设计

经典牛顿力学认为空间和时间处处连续，基本物理量(例如，速度、加速度和力等)均可由整数阶微分算子来定义，因而物理和力学演化过程可以用整数阶微分方程来精确描述，例如经典力学中的傅里叶热传导方程、哈密顿方程等。这种科学研究方法和模式在经典力学、声学、电磁学、热传输、扩散理论，甚至现代量子力学和相对论中取得了巨大的成功。

然而，物理学家、力学家和工程师也发现了越来越多不能用这一观点解释或进行物理、力学和工程建模的所谓“反常”现象。然后举例说明。

从力学建模上看，标准的整数阶时间导数由局部极限定义，不适合描述历史依赖过程；分数阶时间导数实际上是微分-积分卷积算子，其定义中的积分项充分地体现了系数函数发展的历史依赖性，是记忆性较强过程建模的有力数学工具。另外，分数阶拉普拉斯算子是典型的非局部空间分数阶导数，可以精确描述复杂分形空间结构中反常力学行为的路径依赖、长程相关的特征，跨越了建立在欧几里得几何和绝对时空观基础上的经典力学理论范畴。

分数阶微积分是一个古老而又新鲜的概念。早在整数阶微积分创立的初期，就有一些数学家，如洛必达、莱布尼茨等开始考虑它的含义。然而，由于缺乏应用背景支撑等多方面的原因，它长期以来并没有得到较多的关注和研究。随着自然科学和社会科学的发展、复杂工程应用需求的增加，尤其是 20 世纪七八十年代以来对分形和各种复杂系统的深入研究，分数阶微积分理论及其应用开始受到广泛关注。进入 21 世纪以来，分数阶微积分建模方法和理论在高能物理、反常扩散、复杂黏弹性材料力学本构关系、系统控制、流变学、地球物理、生物医学工程、经济学等诸多领域有了若干非常成功的应用，凸显了其独特优势和不可替代性，其理论和应用研究在国际上已成为一个热点。

因此，以往限于整数阶的研究目前已拓展到分数阶，并取得了很好的效果。此处可以提醒学生，既然分数阶微积分建模在某种程度上比整数阶微积分建模更贴合实际，那么在我们将来的科学研究中，也应该为分数阶微积分留有一席之地，就像我们经常说的，对于科学研究，我们不仅要有踏实肯钻研的科学精神，也要注重思维方式，要勇于探索，勇于创新。

### 2.2. 《分数阶微积分》“社会责任”教育教学案例

此案例的思政元素是社会责任，切入方式为隐性渗透。教学目的及教学设计如下。

#### 教学目的

介绍分数阶微积分在治理环境污染中的应用，强化学生保护环境、留住绿水青山的责任意识。

#### 教学策略或设计

1) 最近在黏弹性材料、医学检测、地球物理、信号处理、控制理论等许多领域，研究人员已经意识

到分数阶微积分不仅可以提供一种数学建模工具，而且可以带来工程应用与科学研究领域的变革。下面以环境力学中与反常扩散相关问题的建模为例进行说明：

2) 在环境力学的研究领域中，很多的问题涉及反常扩散，如岩土工程中的渗流、油藏工程中的采油率、核物质或污染物在地层中的迁移等问题。这些扩散现象的重要特征就是扩散过程不满足 Fick 第二定律，是非马尔可夫过程。分数阶微积分的引入为这类复杂问题的研究提供了合适的数学工具；

3) 分数阶微积分可帮助解决核物质或污染物在地层中的迁移问题，因此我们说，学好分数阶微积分的知识，对于我们治理环境污染具有很大的帮助。下面再从我国水资源情况及水污染现状出发，深刻理解环境保护是我国基本国策，进行爱国主义教育；

4) 环境保护状况体现一个国家整体社会经济发展水平和人民生活水平，环境保护问题的解决除了依靠政府和法律，还需要道德的约束，即企业和个人的责任意识。因此，强化学生保护环境、留住绿水青山的责任意识，鼓励他们努力学习并强化自身的专业技能。

### 2.3. 《分数阶微积分》“家国情怀”教育教学案例

此案例的思政元素是家国情怀，切入方式为隐性渗透。教学目的及教学设计如下。

#### 教学目的

介绍分数阶微分方程在生物医学方面的应用，激发学生的家国情怀。

#### 教学策略或设计

1) 讲述声波的任意阶频率依赖耗散的理论；

2) 作为特例，分数阶微积分已被用于超声波医学图像检测的数值模拟，并取得了较好的结果。除此之外，在生物医学方面，分数阶微积分的应用可以促进生物工程师提高生物医学器材的设计、描述与控制能力；分数阶微积分也被用来模拟癌细胞或药物在人体组织内的扩散过程。目前研究人员已开始进行分数阶微积分在药物控释系统中应用的理论研究；

3) 结合当下新冠病毒的肆虐横行，鼓励学生探索未知、追求真理、勇攀科学高峰，掌握分数阶及其它相关的专业知识，将来为祖国和人民尽一份力。

### 3. 结论

课程思政建设总的目标就是，立足于解决培养什么人、怎样培养人、为谁培养人这一根本问题，围绕全面提高人才培养能力这个核心点，教育部已在全国所有高校、所有学科专业全面推进，让课程思政的理念在各地各高校形成广泛共识，全面提升广大教师开展课程思政建设的意识和能力，建立健全协同推进课程思政建设的体制机制，构建全员全程全方位育人大格局，努力培养担当民族复兴大任的时代新人，培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人。《分数阶微积分》作为研究生的一门课程，必须紧跟高等教育的改革步伐，在授课过程中融入思政元素，充分发挥该课程的思想教育作用。

### 基金项目

国家自然科学基金项目(12172241, 11802193)；苏州科技大学课程思政示范课程建设项目(2021SZKC-41)；苏州科技大学教学改革与研究项目(2021JG-15)。

### 参考文献

- [1] Oldham, K.B. and Spanier, J. (1974) *The Fractional Calculus*. Academic Press, San Diego.
- [2] Miller, K.S. and Ross, B. (1993) *An Introduction to the Fractional Integrals and Derivatives-Theory and Applications*. John Wiley and Sons Inc, New York.

- [3] Podlubny, I. (1999) Fractional Differential Equations. Academic Press, San Diego.
- [4] Hilfer, R. (2000) Applications of Fractional Calculus in Physics. World Scientific, Singapore.  
<https://doi.org/10.1142/3779>
- [5] Kilbas, A.A., Srivastava, H.M. and Trujillo, J.J. (2006) Theory and Applications of Fractional Differential Equations. Elsevier Science Inc, New York.
- [6] 陈文, 孙洪广, 李西成. 力学与工程问题的分数阶导数建模[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [7] 吴强, 黄建华. 分数阶微积分[M]. 北京: 清华大学出版社, 2016.