

# 浅析非线性科学本研一体化课程的意义和对策

顾长贵<sup>1</sup>, 冯靖<sup>2\*</sup>, 王海英<sup>1</sup>, 杨景骞<sup>1</sup>, 刘姜<sup>1</sup>

<sup>1</sup>上海理工大学管理学院, 上海

<sup>2</sup>上海工程技术大学高等职业技术学院, 上海

收稿日期: 2024年3月22日; 录用日期: 2024年4月30日; 发布日期: 2024年5月8日

## 摘要

非线性科学是一门交叉性和前沿性很强的基础学科。目前, 我国很多高校的本科生、硕士研究生和博士研究生阶段均开设了非线性科学这一门课。为整合不同学历层次下的课程体系、做好全程育人, 本文探讨了非线性科学本研一体化课程的意义、挑战和对策。不同学历层次学生的培养目标和教学内容要有所区别、教材内容陈旧和学生实验条件不足等挑战。针对以上挑战, 本文进一步提出了对策, 分别为课程改革以区别本研的培养目标和教学内容、教材融入最新前沿研究和小班授课形成研究梯队增强学生实验能力。

## 关键词

非线性科学课程, 本研一体化课程, 人工智能

# Analysis of the Significance and Countermeasures of the Integrated Course of Nonlinear Science for Undergraduate and Graduate Studies

Changgui Gu<sup>1</sup>, Jing Feng<sup>2\*</sup>, Haiying Wang<sup>1</sup>, Jingqian Yang<sup>1</sup>, Jiang Liu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

<sup>2</sup>Higher Vocational and Technical College, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Mar. 22<sup>nd</sup>, 2024; accepted: Apr. 30<sup>th</sup>, 2024; published: May 8<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Nonlinear science is a fundamental discipline with strong interdisciplinary and cutting-edge characteristics. Currently, many Chinese universities have opened courses of nonlinear science for undergraduate, master's, and doctoral students. To integrate the curriculum system across different education levels and do a good job of whole-process education, this paper explores the significance, challenges, and countermeasures of the integrated course of nonlinear science for undergraduate and graduate studies. Challenges such as differences in cultivation objectives and teaching content for different education levels, outdated textbook content, and insufficient experimental conditions for students are discussed. In response to these challenges, this paper further proposes countermeasures, including curriculum reform to distinguish the cultivation objectives and teaching content for undergraduate and graduate studies, and incorporating the latest cutting-edge research into textbooks and forming a research team through small class teaching to enhance students' experimental capabilities.

\*通讯作者。

文章引用: 顾长贵, 冯靖, 王海英, 杨景骞, 刘姜. 浅析非线性科学本研一体化课程的意义和对策[J]. 创新教育研究, 2024, 12(5): 160-164. DOI: 10.12677/ces.2024.125265

racteristics. At present, many universities in China offer courses in nonlinear science for undergraduate, master's, and doctoral students. This article explores the significance, challenges, and countermeasures of integrating non-linear science undergraduate and graduate courses to integrate curriculum systems at different educational levels and achieve full-process education. The training objectives and teaching content of students with different educational levels need to be different, and there are challenges such as outdated textbook content and insufficient experimental conditions for students. In response to the above challenges, this article further proposes countermeasures, including curriculum reform to differentiate the training objectives and teaching content of this research, integrating the latest cutting-edge research into textbooks, and forming a research echelon through small class teaching to enhance students' experimental abilities.

## Keywords

Nonlinear Science Course, Integrated Courses for Undergraduate and Graduate Studies, Artificial Intelligence

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. 引言

非线性科学是 20 世纪后半叶自然科学的最重要成就之一，不仅推动了应用数学、力学和物理学等领域取得巨大进展，更影响了几乎所有的自然科学、工程技术和社会科学领域，成为了一门交叉性很强的、极其重要的学科[1] [2] [3]。非线性科学是研究各类系统中非线性现象的共同规律的一门交叉科学，主要研究内容包括三部分孤立波、分形和混沌。孤立波是在传播中形状不变的单波，有些孤立波在彼此碰撞后仍能保持原形，带有粒子的性质，称为孤立子。混沌是一种由确定性规律支配却貌似无规的运动过程。分形是一个几何概念，它由像云彩、海岸线、树枝、闪电等不规整但具有某种无穷嵌套自相似性的几何图形抽象概括得出。经过长时间的不断发展，如今非线性科学几乎涉及自然科学和社会科学的各个领域，改变着人们对现实世界的传统看法。非线性科学可以为用传统线性科学思维解决不了的问题提供一个新视角[4] [5]。

非线性科学课程是一门基础理论课，同时又是一门学科交叉性、前沿性很强的课。这一门课主要讲授非线性科学的三部分研究内容孤立波、分形和混沌[6]。该课程的目的在于使学生对科学问题的认知从单一学科向交叉学科、线性向非线性、局部向系统、简单向复杂转变，同时使学生初步具备科学研究思维和思路，了解科学研究方法，为其后续继续深造或工作中解决复杂问题奠定基础。目前，我国很多高校的硕士研究生和博士研究生阶段均开设了非线性科学这一门课，且作为专业核心课程开设。同时，非线性科学也是多所高校本科生的必修课或选修课。例如，上海理工大学为系统科学与工程本科生开设了 32 课时的《非线性科学基础》、系统科学硕士生开设了 36 课时的《非线性科学基础》和系统科学博士生开设了 36 课时的《非线性科学》。

## 2. 开设非线性科学一体化课程的意义

### 2.1. 系统育人

目前，大多数院校将研究生和本科生的非线性科学分开授课。如果能建立非线性科学本硕博一体化

的课程，能同时实现本科教育“厚基础、宽口径、强实践”和研究生教育“跨学科、重创新、贴行业”，能做到系统化的全程育人。通过一体化课程，打破不同学历教育之间不能联系的鸿沟，尽早引导本科生就业和考研“分流”，尽早吸引和发现科研好苗子。对于科研能力较强的本科生同学，可以以研究生角色来参与课程学习，加速人才成长。进一步，以非线性科学这门课作为典型，优化本硕博的课程体系，将本科课程体系和研究生课程体系纳入更大的系统，统筹考虑某个专业的课程设置。

## 2.2. 交叉性

非线性科学的交叉性有利于培养各个专业学生理论联系实际的能力，将非线性科学的理论、方法运用于具体专业中去，进一步提升学生的科研能力、解决实际问题的能力等。非线性科学在理论方法和运用领域两方面均具有较强的交叉性[6]。在理论方面，非线性科学和一些理论如突变论、协同论、耗散结构论有相通处，并从中吸取有用的概念理论。非线性现象很多，实证的非线性科学只考虑那些机制比较清楚，现象可以观测、实验，且通常还有适当的数学描述和分析工具的研究领域。随着科学技术的发展，这个研究领域范围将不断扩大[7]。

非线性科学的方法可以运用到很多领域，例如生物医学、气象学、金融学、工程学等等。在生物医学领域，非线性科学方法可以用于帮助医生诊断和治疗一些疾病[6]。使用心电图和气道压力信号分析分析病人的心脏和呼吸系统，可以更好地了解他们的病情。此外，还可以用于研究大脑活动，能更好地理解神经系统的复杂性。在气象学领域，非线性科学方法可以用于预测天气和气候变化。使用混沌理论，可以更好地理解大气系统和气象现象，从而提高气象预报的精度。在金融学领域，非线性科学方法可以用于预测股票价格和市场波动。使用复杂性理论，可以更好地了解市场的复杂性和不确定性，从而提高投资决策的准确性。在工程学领域，非线性科学方法可以用于优化设计和预测结构的性能。使用网络科学，可以更好地了解城市和交通系统的复杂性和稳定性，并提高城市规划和设计的效率。因此各专业、各学历的学生均可学习非线性科学。

## 3. 课程挑战

### 3.1. 培养目标和教学内容区别

研究生的培养目标和本科生的培养目标是有所区别的，研究生注重理论研究而本科生更侧重实践，如何在同一门课程中将不同学历的区别体现出来？进一步，教学内容和考核标准等区别也如何体现？

### 3.2. 教材内容陈旧

现有的教材过多注重非线性科学的系统性和完整性，专业知识呈现出“窄、专、深”的特征。非线性科学这一交叉和横断学科的特征没有得到充分体现，没有吸纳更多其他学科的知识。例如，人工智能被认为是二十一世纪三大尖端技术(基因工程、纳米科学、人工智能)之一，但现有的非线性科学教材几乎没有吸收人工智能科技的成果。人工智能在近三十年来迅速发展，在很多学科领域中都获得了广泛应用，并取得了丰硕的成果。但非线性科学教材目前没有融入人工智能在非线性科学基础理论研究相关方向的最新前沿进展，例如人工智能领域的优化理论学习和脑科学及类脑智能的研究。另一方面，现有的非线性科学教材的读者对象都是研究生，目前针对本科生的教材很少。因此教材需要更新。

### 3.3. 学生动手能力弱

由于非线性科学课的实验对设备要求较高，很难每个学生都能参与实验，导致学生对非线性现象和背后机制理解不深刻，学到的都是公式推导，理论知识很难得到实验证实。由于学生的体验不足，以至学生在解决实际非线性应用问题无能为力。在内容讲授上，有关非线性现象的介绍，特别是发现史和公

式推导多、理论部分多,介绍非线性现象背后的机制及其实际应用较多的少。此外,非线性科学属于理学范畴,刻画实际的系统往往是用微分方程,必然要涉及到数学公式及数学推导。这就给教和学“非线性科学”带来相当的难度[8]。因此受到教学理念、教学方法和教学条件等因素的制约,非线性科学教学中过多注重理论,未能充分突出人才培养的实践价值和应用导向,实践无论在数量上还是质量上都有待进一步强化。

## 4. 解决思路

### 4.1. 课程改革以区别本研的培养目标和教学内容

课程改革包括三个层面:(a) 课程结构。涉及与非线性科学课程相关的本科生与研究生课程体系的衔接、组织和安排等。(b) 课程内容。例如,将课程内容分类,分为基础和提高两部分。基础部分是本科生和研究生都需要掌握的基本内容,包括基本概念的理解和简单的上机操作等。提高部分,需要因“(学)历”施教。例如具体研究问题的求解,分配给本科生和硕士生不同难度的问题,鼓励博士生自己查找文献寻找前沿问题并带领硕士生、本科生求解。(c) 授课方式。涉及教学方法和教学模式等。为了保证改革的合理有效性,通过设计考核方案、制订量化的表格以及教师打分等方式来考察课程体系与学习目标的匹配性。(d) 考试方式。针对不同学历层次的学生,平时作业和考试的打分方式和标准不一样。对于平时作业或考试,各学历层次的学生扮演不同的角色。一个班级分成若干小组,以博士生作为组长、硕士生作为骨干、本科生作为补充来完成作业。对于博士生的成绩,综合考虑其组织能力、学习能力和科研能力等;对于硕士生的成绩,综合学习能力和科研能力等;对于本科生的成绩,侧重学习能力和兼硕科研能力等。

### 4.2. 教材融入最新前沿研究

对于教材内容陈旧,可以通过更新教材,教材融入国家战略和最新前沿研究来解决。2017年,国务院印发的《新一代人工智能发展规划》中提出了面向2030年我国新一代人工智能发展的指导思想、战略目标、重点任务和保障措施,目标是构筑我国人工智能发展的先发优势,加快建设创新型国家和世界科技强国[9]。教材融入人工智能可以通过以下途径解决。一方面,通过阅读大量人工智能最新文献,寻找人工智能和非线性科学交叉的前沿进展,包括:使用人工智能方法研究非线性科学传统的研究领域,例如混沌、脑科学(对应系统生物学方向);使用非线性科学的方法研究人工智能,例如图神经网络(对应复杂网络方向)。另一方面提炼本项目团队最新的科研进展,例如用机器学习方法研究混沌的进展(对应系统理论方向)。更新后的教材包括非线性振动初步、分叉与奇怪吸引子、走向混沌的道路、分形、孤立波以及人工智能与非线性科学这六个章节。

### 4.3. 小班授课增强学生动手能力

争取小班授课,将本硕博人数控制在30人左右。并根据各学历人数比例,分成若干组。除了传统的课堂授课外,还进行以小组为单位的科研探索过程。根据教师分配的实验主题或者科学问题,本硕博学生在实验任务中担任不同的角色,由博士生作为组长带领硕士生、本科生一起学习研究非线性科学的前沿进展,并集体做实验、汇报和答辩。这样培养不同学历层次的学生们的科研合作能力,形成学习和研究梯队。如果结果能达到发表的水平,鼓励博士生带领硕士生、本科生一起进行学术论文的写作。

## 5. 总结

非线性科学是一门交叉性和理论性很强的学科,可以运用于很多实际领域并解决实际问题,适合于本硕博各学历层次各专业的学生学习。针对同一学科/专业下,本科生和硕博士生的非线性科学课,有必

要建立一体化课程。一体化课程有利于全程育人、优化本硕博的课程体系。开设非线性科学一体化课程存在不同层次学生的培养目标和教学内容要有所区别、教材内容陈旧和学生实验条件不足等问题。本文提出了以上不足的初步解决思路,包括三个方面:课程改革以区别本研的培养目标和教学内容,教材融入最新前沿研究,以及小班授课形成研究梯队进一步来增强学生动手能力。

## 基金项目

2023 年度上海理工大学研究生教学本研一体化课程建设项目,2023 年上海市大学生创新创业训练计划(SH2023087)。

## 参考文献

- [1] 刘秉正, 彭建华. 非线性动力学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [2] 梅建琴, 张鸿庆. 浅析非线性科学及其在力学问题中的应用[J]. 力学与实践, 2015, 37(3): 443-448.
- [3] 陈立群. 通识课“混沌与非线性思维”建设[J]. 力学与实践, 2020, 42(1): 75-79.
- [4] 郝柏林. 非线性科学丛书[M]. 上海: 上海科技教育出版社, 1993.
- [5] 陆同兴. 非线性物理概论[M]. 合肥: 中国科技大学出版社, 2002.
- [6] 非线性科学及应用李士勇[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2011.
- [7] 陈占清, 刘长文, 孙明贵, 唐平. 工科专业非线性动力学课程教学初探[J]. 长沙铁道学院学报(社会科学版), 2004, 5(3): 122-125.
- [8] 吕恩胜, 胡晓悦. 职业院校“非线性科学”课程建设探讨[J]. 职教通讯, 2005(6): 22-24.
- [9] 国务院印发《新一代人工智能发展规划》[EB/OL]. [https://www.gov.cn/xinwen/2017-07/20/content\\_5212064.htm](https://www.gov.cn/xinwen/2017-07/20/content_5212064.htm), 2017-07-20.