

新工科背景下面向人才培养的数据科学导论课程教学改革路径研究

张 超, 翟岩慧

山西大学计算机与信息技术学院, 山西 太原

收稿日期: 2024年6月16日; 录用日期: 2024年8月8日; 发布日期: 2024年8月19日

摘要

数据科学导论课程, 作为新工科教育结构的关键要素, 对人才培养具有重要价值和深远意义。课程通过精致教学目标、优化课程内容、创新教学方法, 致力于提升学生综合运用知识解决实际问题的能力。经过这一系列创新性改革, 旨在为新工科人才的培育奠定坚实基础, 使学生能在数据科学领域日新月异的发展中, 突显其竞争优势, 培养成为具有创新思维和实践能力的未来领军人物。

关键词

新工科, 人才培养, 数据科学导论, 课程教学改革

Research on the Teaching Reform Path of the Introduction to Data Science Course for Talent Cultivation in the Context of New Engineering Disciplines

Chao Zhang, Yanhui Zhai

School of Computer and Information Technology, Shanxi University, Taiyuan Shanxi

Received: Jun. 16th, 2024; accepted: Aug. 8th, 2024; published: Aug. 19th, 2024

Abstract

The Introduction to Data Science course, as a key element of the new engineering education framework, holds significant value and far-reaching implications for talent cultivation. This course aims to enhance students' ability to apply knowledge comprehensively to solve real-world

文章引用: 张超, 翟岩慧. 新工科背景下面向人才培养的数据科学导论课程教学改革路径研究[J]. 创新教育研究, 2024, 12(8): 300-309. DOI: 10.12677/ces.2024.128538

problems through refined teaching objectives, optimized course content, and innovative teaching methods. Through this series of innovative reforms, the goal is to lay a solid foundation for cultivating talent in new engineering disciplines, enabling students to stand out in the rapidly evolving field of data science and become future leaders with innovative thinking and practical skills.

Keywords

New Engineering Disciplines, Talent Cultivation, Introduction to Data Science, Teaching Reform of Courses

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

“四新”建设是建设高等教育“质量中国”的战略一招、关键一招、创新一招，是高等教育人才培养的“中国方案”，是高等教育高质量发展的战略布局[1]。其中，新工科以“新的工科专业、工科的新要求”为内涵，注重深度交叉融合再出新，培养工科类专业紧缺人才，提升国家硬实力。为应对新时代工科领域对创新研究型人才的迫切需求，我国自2016年以来先后多次颁布了关于推动新工科建设的多项重要举措，如《教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知》。新工科相较于传统工科的区别之处在于：①要求突破传统的对学科的思维方式，即新思维；②面向全新出现、前所未有的新学科；③对传统的，现有的学科进行转型、改造和升级而最终形成的新学科；④由不同学科交叉复合而来的新学科[2][3]。2021年末，教育部启动实施计算机领域本科教育教学改革试点的“101计划”，旨在加强基础学科的本科教育水平。与此同时，习近平总书记强调高校要“把思想政治工作贯穿教育教学全过程”[4]。要用好课堂教学这个主渠道，把思政教育落实到每一堂课中来[5]。要坚持不懈地培育和弘扬社会主义核心价值观，促进高校和谐稳定，培育理性平和的健康心态，加强人文关怀和心理疏导，把高校建设成为安定团结的模范之地，将政治教育融入各个学科课程。

研究数据科学人才培养改革，其意义深远而重大。首先，通过深化改革，能够显著提高数据科学人才的培养质量，使其更好地满足社会发展的迫切需求。在信息化、数字化浪潮席卷全球的今天，数据科学已经成为推动社会进步的重要引擎。因此，急需培养一批具备扎实理论基础和实践能力的高素质数据科学人才，以支撑我国各行各业的数据分析、处理和应用工作。其次，数据科学人才培养改革有助于推动数据科学领域的创新发展。通过优化课程体系、改进教学方法、加强实践教学等举措，可以激发学生的创新思维和创业精神，培养出更多具有开创性和引领性的数据科学人才。这些人才将成为我国数据科学领域的中坚力量，推动该领域的技术突破和应用创新，提升我国在全球数据科学领域的竞争力。此外，数据科学人才培养改革还能为我国高等教育改革提供有益借鉴。通过探索和实践新的教育理念和教学模式，可以推动高等教育向更加注重实践能力和创新精神的方向发展，促进教育公平和可持续发展。这不仅有助于提升我国高等教育的整体质量，还能为培养更多适应时代需求的高素质人才奠定坚实基础。最后，培养具备实践能力和创新精神的数据科学人才，对于助力我国经济社会转型发展具有重要意义。随着大数据、人工智能等技术的广泛应用，数据科学已经成为推动经济社会转型发展的重要力量。通过培养高素质的数据科学人才，可以为经济社会发展提供强大的智力支持和技术保障，推动我国经济实现高质量发展。

作为新工科教育的重要组成部分，数据科学导论课程在人才培养方面展现出了其独特的价值和意义

[6]。在课程内容设计上, 重要的是要在夯实数据科学基石理论的同时, 加入不同领域的实际应用需求。实现这一目标的关键在于, 在讲授基础知识的同时, 引入行业最前沿的技术, 并结合现实应用场景, 以此提高学生的综合应用能力和解决复杂问题的能力。然后, 构建包含从教学内容改革、教学体系改革、教学评价改革和思政元素融入四个维度的教学内容。接着, 探索改革教学手段, 从而形成教学目标、教学内容、教学手段三方面协同的课程改革路径。

2. 计算机课程教学改革现状

课程不仅注重深厚的理论根基, 还强调广泛的实践应用, 旨在培育学生具备扎实的科研素养和卓越的创新能力[7]。通过系统传授数据科学的核心理念、前沿方法以及实用技术, 使学生能够全面掌握数据分析、数据挖掘和数据可视化等领域的核心技能, 为未来的职业生涯打下坚实的基础[8]。

随着数据科学技术在金融、医疗、零售等多个领域的深入渗透, 社会对数据科学人才的需求呈现出井喷式增长[9]。然而, 现有的数据科学人才培养体系在应对这一挑战时, 仍显捉襟见肘, 暴露出一些问题亟待解决。

1) 实践能力不足。数据科学是一门高度依赖实践的学科, 它的魅力在于能够通过分析海量数据揭示隐藏其中的规律和价值。然而, 当前的教学模式往往过于注重理论知识的传授, 而忽视了对学生实践能力的培养[10]。这导致学生虽然掌握了数据科学的基本概念和方法, 但面对真实的数据问题时, 往往无从下手, 难以将所学知识转化为解决实际问题的能力。

2) 创新能力不足。数据科学领域的发展日新月异, 新的算法、技术和应用不断涌现。在这个快速变化的市场环境中, 数据科学人才需要具备强烈的创新意识和敏锐的洞察力, 以便迅速适应并引领行业的发展, 创新能力也是高等教育的重要培养目标之一[11]。然而, 目前的教育体系在培养学生创新能力方面还存在不足, 导致学生缺乏独立思考和解决问题的能力, 难以在激烈的市场竞争中脱颖而出。

3) 思想政治觉悟不高。在传授专业知识的同时, 教师需重视社会主义核心价值观的培育, 引导学生形成健全的世界观、人生观和价值观。课程思政是高校落实立德树人根本任务的战略举措之一, 将思政育人目标贯穿于各类课程教育的全过程[12]。人才培养不单是技能的教授, 更是品格与精神的塑造与传承。然而, 目前教育体系在如何将思政教育与专业课程有机融合方面仍有待提升。

因此, 面对日益增长的数据科学人才需求, 有必要对当前的数据科学人才培养体系进行深入改革与创新[13]。这样的改革应着重于培养学生的实践能力, 同时激发他们的创新精神, 以确保能够培养出更多符合市场高标准需求的高素质数据科学人才。迄今为止, 许多学者已经在计算机专业课程中进行了人才培养课程的系统性探索。例如: 刘亚秋等人[14]以东北林业大学为例, 以专业基础硬件核心课“计算机系统结构”教学入手, 对其相关课程内容进行信创化改革和系统化设计, 增设“自主空间”平台开发知识, 并融入信创课程思政内容, 形成多维度校企融合信创人才培养新模式。代治国等人[15]提出高校在进行计算机应用人才培养时要时刻关注市场的发展动向, 并充分结合学生自身学情以及高校所处地区的经济发展情况及时调整人才培养方略。

本文为更好地建立适应数据科学导论课程教学改革建设方式, 从教学内容改革、教学体系改革、教学评价改革和思政元素融入四个维度出发, 依据数据科学导论课程的元问题、基本概念和核心内容, 以元问题为导向, 设计多元人才培养教学改革路径。该教学路径改革不仅适用于计算机类的数据科学导论, 也同样适用于其他新工科课程的教育改革。从以下教学改革路径研究目标、研究内容和融入教学手段构建三方面协同的课程思政路径, 为课堂实践建立理论框架的指导。

3. 教学改革路径研究目标

本文的核心宗旨是致力于培育具有全面素养的专业人才。以数据科学导论这一课程为基础平台, 旨

在全方位提升学生在该课程中所获得的技能, 增强实践经验, 提高跨学科的综合素养, 并将社会主义核心价值观融入课程学习的每一个环节。

首先, 开展数据科学导论课程技能的培养; 其次, 强调数据科学导论课程中的实践经验的重要性; 然后, 数据科学导论课程中着重于跨学科素养的提升; 此外, 加强数据科学导论课程中对创新创业能力的提升; 最后, 将社会核心价值观融入数据科学导论课程。综上所述, 本项目通过数据科学导论这一载体, 实现人才培养与专业知识的紧密结合, 均衡发展学生的理论基础和实践能力, 培育学生的创新意识和批判性思维, 以及塑造其正确的价值观念和思想品质, 也同样适用于其他新工科课程的教学改革。通过这种全方位、全过程的教育模式, 能够有效引导学生掌握必要的知识和能力, 全面提升个人综合素质, 为实现专业培养目标和社会长远发展做出积极贡献。

4. 教学改革路径研究内容

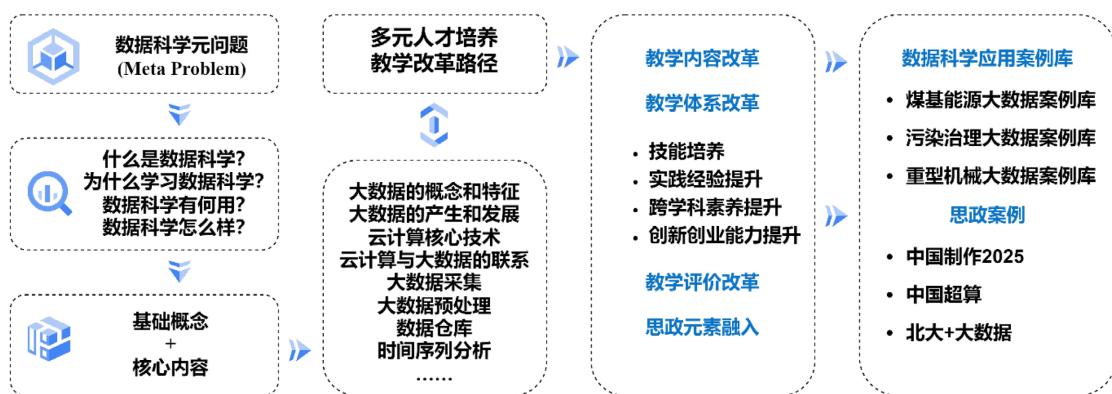


Figure 1. Teaching reform path technology roadmap

图 1. 教学改革路径技术路线图

本文从教学内容改革、教学体系改革、教学评价改革和思政元素融入四个维度出发, 依据数据科学导论课程的元问题、基本概念和核心内容, 以元问题为导向, 设计多元人才培养教学改革路径, 研究新工科背景下课程人才培养建设路径, 具体的教学改革路径技术路线如图 1 所示。主要研究内容包括:

4.1. 教学内容改革

在新工科教育背景下, 教学内容的设计与实施应当超越传统教材的范畴。特别是数据科学导论课程的内容, 应该与时代的发展保持同步, 紧贴学科前沿。传统的数据科学导论课程侧重于数据科学的基础理论和基本方法, 如数据处理、存储、管理和可视化等, 然而可能忽视了将最新的科研成果和行业动态融入教学内容。

鉴于此, 应当在教材的基础上, 不断更新和补充近两年内的学科研究进展和实际应用案例。这样的教学策略不仅能够帮助学生及时把握数据科学领域的最新发展动态, 还能够使他们更深入地理解和掌握相关理论知识。通过引入真实的数据科学应用案例, 学生可以更加清晰地认识到在大数据时代背景下, 数据从产生到预处理、计算直至最终应用的全过程。此外, 这种教学方式还能够激发学生的学习兴趣, 提高他们主动探索和学习的积极性。更重要的是, 它有助于促进理论知识向实际应用能力的转化, 培养学生的创新思维和解决实际问题的能力。这样的教学策略的实施难度在于增加了教学内容的丰富性和深度, 同时也对教师的工作量和专业能力提出了更高的要求。教师需要不断地更新自己的知识库, 将最新的行业动态以恰当的方式融入教学之中, 而这缺乏传统教学的现有参考和经验借鉴。因此, 为确保教学内容改革的有效实施, 需要提高教师的教学能力和知识转化能力。比如教学资源共享、团队合作和交流

以及政策和资源的支持等。

4.2. 教学体系改革

在新工科教育的时代背景下, 数据科学导论课程的设计不仅应重视理论基础的构建, 更应着眼于学生综合能力的全面提升。为了构建一个更加全面和动态的教学体系, 从技能培养、实践经验提升、跨学科素养提升和创新创业能力提升四个方面进行改革和创新。

4.2.1. 技能培养

在数据科学导论课程中, 技能培养旨在通过系统的学习和实践, 使学生掌握数据科学领域所必需的核心技能。这一过程不仅注重学生对基础理论的深入理解, 还强调将理论知识转化为实际操作的能力。通过精心设计的课程内容和实践项目, 本课程致力于提升学生的数据分析、数据挖掘以及数据可视化等关键技能, 从而为他们在数据科学领域的发展奠定坚实的基础。

在技能培养的过程中, 本课程注重逻辑性和系统性。首先, 通过深入剖析数据科学的基本原理和方法, 引导学生建立起扎实的知识体系。其次, 通过案例分析、实验操作和团队合作等多种形式, 帮助学生将理论知识与实际应用相结合, 提升他们的实践能力和问题解决能力。此外, 课程还注重培养学生的创新思维和批判性思维, 鼓励他们在数据分析和处理过程中不断探索新的方法和思路。同理推广到新工科的所有课程, 通过系统学习和实践锻炼, 学生将能够熟练掌握数据科学的核心技能, 具备独立进行数据分析和处理的能力, 为他们在未来的学术研究和职业发展中提供有力的支持。

4.2.2. 实践经验提升

在数据科学导论课程中, 实践经验的提升对于深化学生对数据科学理论的理解、增强其实际操作能力, 以及培养其创新思维具有举足轻重的作用。本课程在实践经验提升方面, 注重系统性地设计与实施实践教学环节。通过结合真实世界的数据集和项目案例, 学生得以在模拟或真实的工作环境中, 运用所学理论知识解决实际问题。例如在课程团队结合课程教学内容, 建立了数据科学应用案例库, 并结合“新工科”建设主题——创新三晋, 面向山西省能源革命和转型综改的重大战略, 建立了煤基能源大数据案例库、污染治理大数据案例库、重型机械大数据案例库等。在这一过程中, 学生不仅能够加深对数据预处理、特征提取、模型构建与评估等关键步骤的理解, 更能通过反复实践与调试, 掌握数据科学的实用技巧和方法。

此外, 本课程还注重培养学生的团队协作与沟通能力。通过分组完成综合性项目, 学生能够在团队中扮演不同角色, 共同解决复杂的数据科学问题。这种实践方式不仅有助于提升学生的个人能力, 更能培养其团队合作和领导力, 为将来在数据科学领域的职业发展打下坚实基础。同理推广到新工科的所有课程, 通过实践教学环节, 系统提升学生的实践经验, 培养其独立思考、解决问题的能力, 以及团队协作与沟通的能力, 为其成为一名优秀的科学人才奠定坚实基础。

4.2.3. 跨学科素养提升

在数据科学导论课程的教学实践中, 不仅着眼于传授数据科学技术知识, 更注重学生跨学科素养的全面提升。数据科学与大数据技术专业属于新兴的学科, 该课程设计不仅涵盖了计算机科学、统计学等数据科学技术基础, 还将数学、物理学等自然科学领域的知识, 以及经济学、社会学等社会科学领域的理念融入其中, 为学生构建了一个多学科交叉融合的学习平台。同时, 采用案例教学、项目驱动等教学模式, 鼓励学生通过解决实际问题来培养跨学科思考与分析能力, 同时强调团队协作和沟通技能的培养。同理推广到新工科的所有课程, 通过这样的教学策略, 致力于培养具备高度综合素质的数据科学人才, 使他们能够胜任日益复杂多变的社会发展需求, 为未来的学术研究和职业发展奠定坚实基础。例如, 在引论教学中, 引入污染治理的智慧管理案例, 针对城市建筑垃圾智慧监管关键技术与集成应用, 课程团

队分解出其中涉及的 5G 网络、北斗卫星系统、大数据分析、机器学习等知识点。

4.2.4. 创新创业能力提升

数据科学导论作为一门探索数据规律、培养学生创新思维和解决问题能力的课程,对于提升创新创业能力具有重要意义。通过学科训练,学生不仅可以掌握数据科学的基本理论和方法,还可以培养其的编程技能、数据分析和决策能力。在科学竞赛中,学生可以将所学的知识应用到实际问题中,锻炼其团队协作、沟通和解决问题的能力。

学科训练是提升创新创业能力的基础。在数据科学导论的课程中,学生学习如何运用数学模型和算法分析数据,掌握 Python、R 等编程语言,了解大数据技术、机器学习和深度学习等前沿领域。这些知识和技能为学生提供解决实际问题的工具,有助于提高创新实践能力。

同理推广到新工科的所有课程,科学竞赛则是锻炼学生创新创业能力的实战舞台。在竞赛中,学生需要与团队成员紧密合作,共同面对复杂的挑战。这不仅要求学生具备扎实的数据科学功底,还需要有良好的沟通和协作能力。通过参加学科竞赛,可以将所学知识与实际问题相结合,不断提高自己的创新思维和解决问题的能力,了解行业动态和前沿技术。在竞赛中,学生可以与其他领域的选手交流,学习他们的经验和方法,从而使自己的知识体系更加完善,有助于学生在未来的创新创业道路上更好地把握机遇,发挥自己的优势。

4.3. 教学评价改革

在新工科的教育背景下,传统的以考试为主的评价体系过于单一,无法满足对学生全面的学习成果和能力提升的评估需求。因此需要构建多元化课程评价体系,以更全面、更客观地评价学生的学习成果。

首先,建立过程评价机制。这种方式注重学生的参与度和进步程度,而不是只关注考试结果。通过这种方式,可以随时了解到学生情况,及时发现他们的问题和需求,从而调整教学方式,保证教学质量。其次,鼓励学生自我评价和同学互评。自我评价可以更好地认识到自己的优点和不足,培养他们的自我监控和自我提升的能力。而同学互评可以促进学生之间的相互学习,提高评价的客观性和民主性。最后,采用多种评价方式,如考试、作业、实验报告、总结汇报等,全面评价学生的学习成果。这种方式不仅可以观察到学生的学习表现,也可以了解他们的实践能力、创新能力和团队协作能力,从而更全面地评价他们的学习成果。

4.4. 思政元素融入

思想政治工作要贯穿教育教学全过程,充分应用好课堂教学的主渠道,把思政教育融入各个学科,落实到每一堂课中,要坚持不懈地培育和弘扬社会主义核心价值观,促进高校和谐稳定,培育理性平和的健康心态,加强人文关怀和心理疏导,建设安定团结的模范之地。

本课程教学中应当融入中国特色社会主义核心价值观的立场、观点和方法,在知识传授中强化价值引领,树立正确的价值观,在传统的教学过程中自然地融入育人的理念,增强报效祖国的责任意识和使命感,强化担当精神。

5. 教学手段

针对跨学科知识融合的关键问题,课程设置应当注重跨学科知识的有机整合,避免过分侧重单一学科的内容而忽视了其他相关学科的重要性。数据科学本身是一门涉及多个学科领域的前沿学科,它结合了数学、统计学、计算机科学以及特定应用领域的知识。因此,在课程教学中,应当力求保持各学科知识的平衡,确保学生能够获得全面的教育。

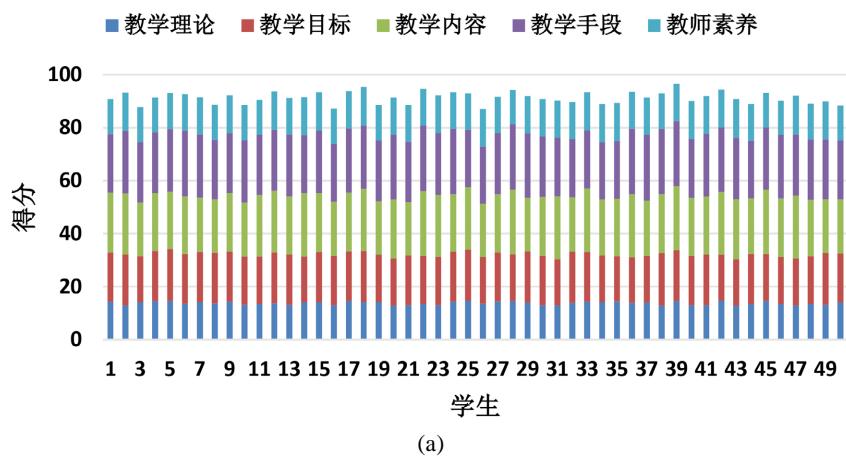
针对教学内容中的案例选取问题, 应当精心挑选适当难度的题目, 以确保案例既不至于过于简单, 以至于无法激发学生的挑战性和学习兴趣, 也不至于过于复杂, 以至于超出学生的基础知识和处理能力。案例的选择应当基于大多数学生的实际水平, 旨在通过适度挑战性的任务, 促进学生运用所学知识解决实际问题的能力, 同时保持学习的积极性和自信心。例如, 课程团队结合课程教学内容, 建立了数据科学应用案例库, 并结合“新工科”建设主题——创新三晋, 面向山西省能源革命和转型综改的重大战略, 建立了煤基能源大数据案例库、污染治理大数据案例库、重型机械大数据案例库等。

6. 教学效果实证

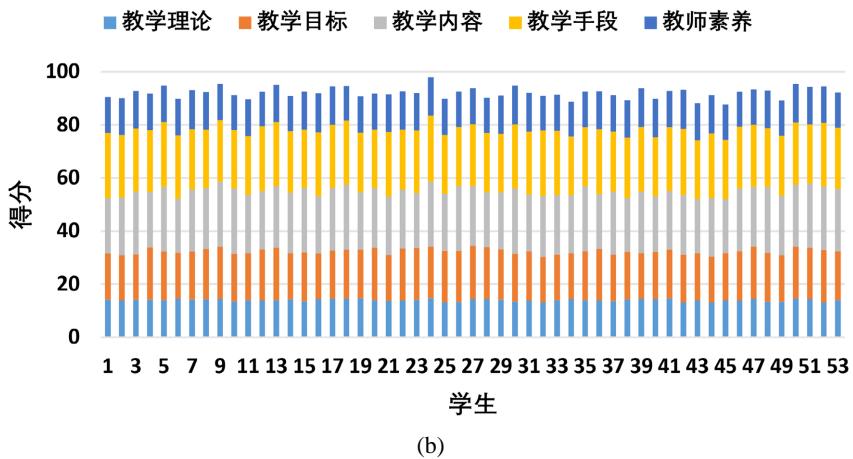
本节旨在通过具体的教学情况为例, 全面展示教学改革所取得的效果。

首先, 在课程评价方面, 采用了多元化反馈渠道, 包括匿名问卷调查、访谈、焦点小组讨论等, 以全面了解学生对于改革后课程的满意度。以大数据金融试验班连续三个年级学生对课程的评教和评价为例。课程评教从教学理论、教学目标、教学内容、教学手段和教师素养五个方面各设置了一些问题, 在课程学习之后对课程进行评价。图2展示了三个年级学生的评教得分, 图3从单方面和整体上展示了评教结果。图4展示了学生对课程的语言评价的词云。结果显示, 学生在基本评分和语言评价方面都表现出极高的正面积极性, 充分证明了改革后的在学生心中取得了良好的反响。

2021级学生课程评教结果



2022级学生课程评教结果



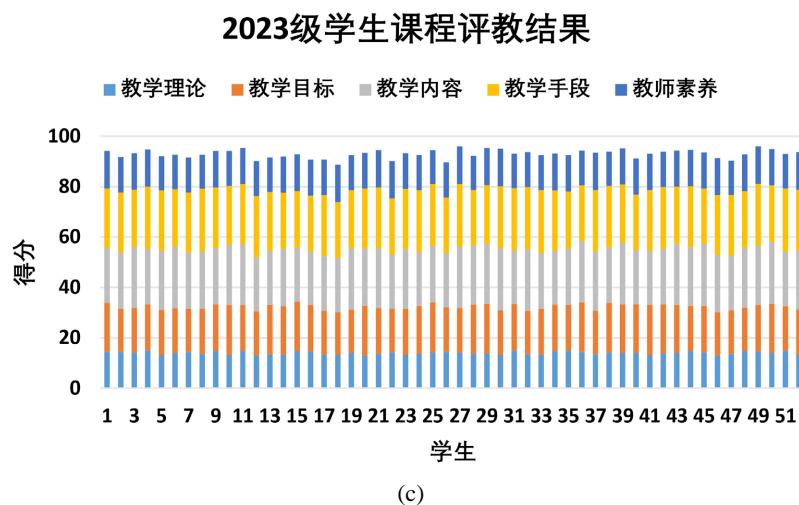


Figure 2. Teaching evaluation scores of this course in the last three years
图 2. 近三年本课程的评教得分

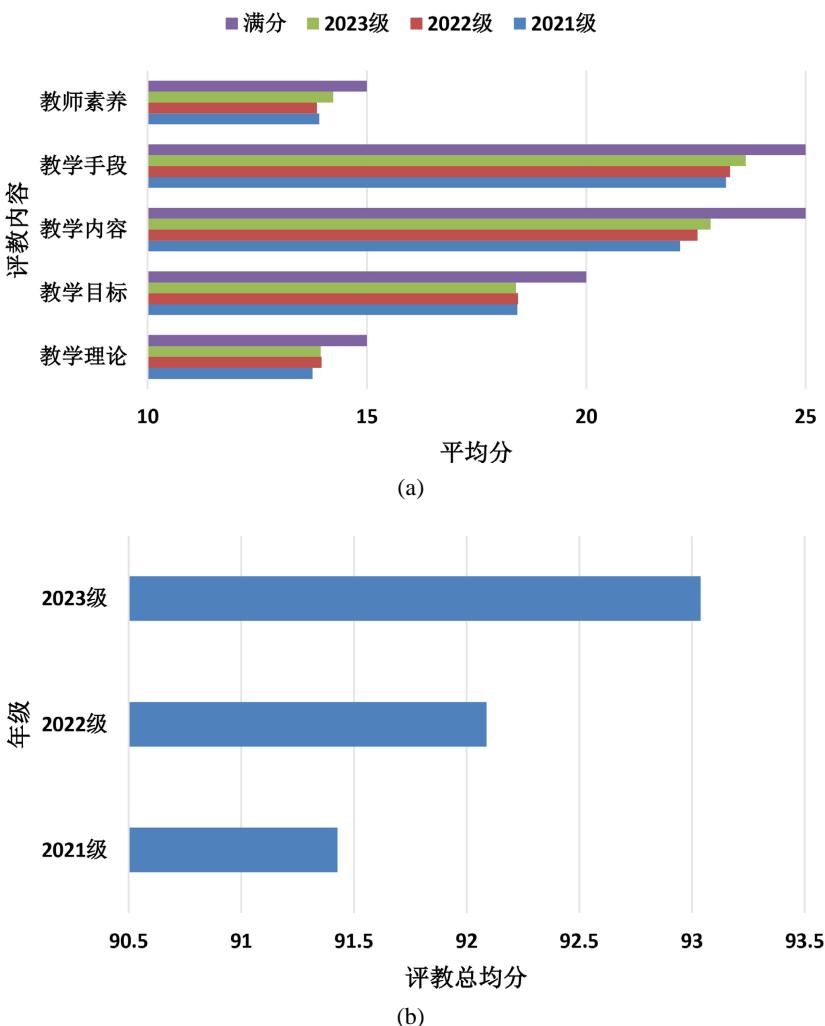


Figure 3. Average teaching evaluation scores of this course in the last three years
图 3. 近三年本课程的评教得分

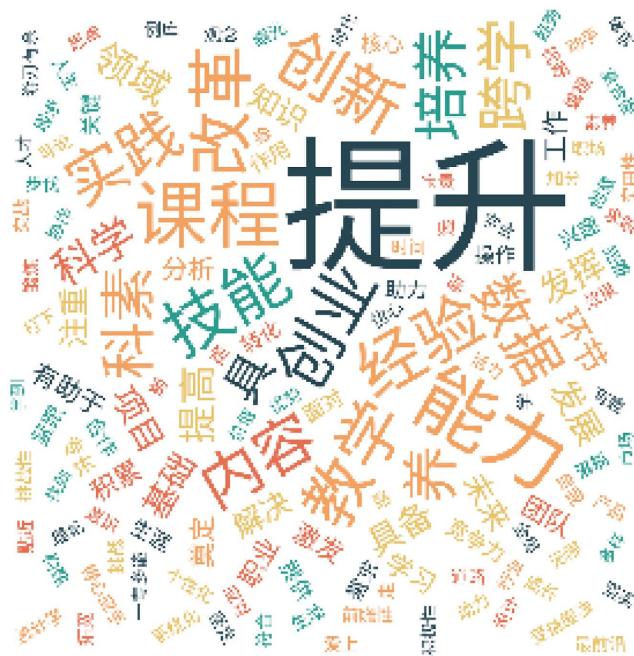


Figure 4. Language evaluation word cloud
图 4. 语言评价词云

其次，在提升学习兴趣方面，选择数据科学相关课题作为本科毕业论文和大学生创新项目的学生人数去年增加。这一趋势表明，学生对数据科学领域的兴趣日益浓厚，教学改革在激发学生学习兴趣上取得了显著成效。

最后，在学生能力提升和培养方面，修过本课程的学生在系统设计和创新应用能力方面得到了极大增强。他们在相关领域的比赛中屡次获奖，也有学生发表学术论文。据统计，大数据金融试验班学生近三年年度成果情况如表 1 所示。这些成果充分展示了本课程在培养学生实际操作能力和创新思维方面的重要作用。

Table 1. Summary of students' annual achievements over the past three years
表 1. 学生近三年年度成果情况

学术成果	数量
学术论文	8 篇(SCI 期刊和 CCF 会议 > 5)
软件著作权	10 项
专利	7 项
国家级竞赛获奖	5 项以上

7. 结语

本文聚焦新工科背景下面向人才培养的数据科学导论课程教学改革路径研究问题，在结合课程特色的基础上，构建了教学改革路径研究目标、教学改革路径研究内容(教学内容改革、教学体系改革、教学评价改革和思政元素融入四个维度)、教学手段三方面协同的教学改革路径。理论研究和实践应用表明，以上课程改革路径更加注重将专业知识与人才培养内容有机结合，让学生在掌握扎实技能的同时，也能积累丰富的实践经验，培养学科的思维方式，并深化对社会核心价值观的理解和认同。

基金项目

本文由山西省教育厅 2024 年度山西省高等教育改革创新项目“面向新工科人才培养的数据科学导论课程教学改革路径研究”；山西大学文瀛青年学者；山西省科技创新青年人才团队项目(编号：202204051001015)支持。

参考文献

- [1] 刘帅君, 肖俊霞. “四新”建设背景下高校创新创业教育工作路径研究[J]. 创新与创业教育, 2023, 14(3): 70-75.
- [2] 林健. 面向未来的中国新工科建设[J]. 清华大学教育研究, 2017, 38(2): 26-35.
- [3] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
- [4] 把思想政治工作贯穿教育教学全过程开创我国高等教育事业发展新局面[N]. 人民日报, 2016-12-9(1).
- [5] 何玉海, 于志新. 新时代推进高校“课程思政”建设的四个维度[J]. 思想理论教育导刊, 2021(2): 132-136.
- [6] 司冠南. 新工科背景下应用型本科院校“数据科学导论”课程混合式教学研究[J]. 科学咨询(教育科研), 2021(8): 71-73.
- [7] 肖雄, 韦茜好, 王萌. “新工科”背景下“数据科学导论”课程教学研究[J]. 工业和信息化教育, 2020(3): 54-59.
- [8] 覃雄派, 陈跃国, 范举. 数据科学导论课程建设与反思[J]. 计算机教育, 2023(2): 64-67, 73.
- [9] 房祥忠. 初遇数据科学[J]. 中国统计, 2023(1): 17-19.
- [10] 孙开伟, 邓欣, 王进. 新工科背景下数据科学与大数据技术专业实践教学体系研究[J]. 高教学刊, 2023, 9(14): 5-8.
- [11] 潘灵, 邱午森, 李俊. 教学改革背景下创意教学对大学生创新能力提升研究[J]. 公关世界, 2024(7): 39-41.
- [12] 顾晓英. 教师是做好高校课程思政教学改革的关键[J]. 中国高等教育, 2020(6): 19-21.
- [13] 朝乐门. 数据科学导论的课程设计及教学改革[J]. 计算机科学, 2020, 47(7): 1-7.
- [14] 刘亚秋, 卢洋, 牛娜, 等. 信创背景下高校人才培养模式与基础硬件课程改革探究——以计算机系统结构为例[J]. 黑河学院学报, 2023, 14(11): 109-112.
- [15] 代治国, 王斌, 张磊, 等. 新工科背景下高校计算机专业应用型人才培养教学改革[J]. 山西青年, 2023(2): 132-134.