

新工科建设背景下的数据结构课程改革与实践

王晓明

暨南大学信息科学技术学院, 广东 广州

收稿日期: 2022年4月13日; 录用日期: 2022年5月12日; 发布日期: 2022年5月19日

摘要

在新工科建设背景下, 按一流课程建设标准对数据结构课程的教学内容、教学方式及考核方式等方面进行了改革与实践。以能力培养为主线, 构建了“基础知识、应用实践和创新研究”三层次的数据结构课程内容体系, 全程融入思政元素于一体, 实现知识、能力和素质的有机融合。开展了“课堂教学问题化、实践教学项目化、创新实践多元化”的能力培养教学方法, 促进了学生对理论知识的理解和实际的运用, 提升了学生的综合应用能力, 从而达到培养适合社会需求、能解决计算机类复杂工程问题的创新人才的目的。

关键词

新工科, 数据结构, 教学改革

Reform and Practice of Data Structure Course under the Background of New Engineering

Xiaoming Wang

School of Computer Science, Jinan University, Guangzhou Guangdong

Received: Apr. 13th, 2022; accepted: May 12th, 2022; published: May 19th, 2022

Abstract

Under the environment of new engineering, the teaching contents, teaching methods and assessment methods of data structure course are reformed according to the standards of the first-class course. It is composed of basic knowledge, applied practice and innovative research, and integrates ideological education in the whole process, so as to realize the organic integration of knowledge, ability and quality. The teaching method of “problem-based classroom teaching, project-based

practical teaching and diversified innovative practice” has been carried out, which has promoted students’ understanding and practical application of theoretical knowledge and improved students’ comprehensive application ability, so as to achieve the purpose of cultivating innovative talents who can meet social needs and solve complex engineering problems of computer.

Keywords

New Engineering, Data Structure, Teaching Method

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. 引言

2017年2月, 高校工程教育发展的战略研讨会在复旦大学召开, 随后教育部印发了《教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知》[1]。2018年, 教育部启动首批新工科研究与实践项目, 要加快建设“新工科”, 要深化工程教育改革, 强化培养工科专业大学生的工程思维, 解决复杂工程问题的能力[2]。新工科是“以立德树人为引领, 以应对变化、塑造未来为理念, 以继承与创新、交叉与融合、协调与共享为主要途径, 培养未来多元化、创新型卓越人才”[3]。新工科是新经济背景下工程教育的重大战略, 是今后工程教育发展的新思维、新方式。2019年, 教育部印发了《关于一流本科课程建设的实施意见》, 提出全面开展一流本科课程建设。意见中指出课程是人才培养的核心要素, 课程质量直接决定人才培养质量。要以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导, 落实立德树人根本任务, 深入挖掘各类课程和教学方式中蕴含的思想政治教育元素, 建设适应新时代要求的一流本科课程, 让课程优起来、教师强起来、学生忙起来、管理严起来、效果实起来, 形成中国特色、世界水平的一流本科课程体系, 构建更高水平人才培养体系[4]。建设什么样的一流课程、如何建设一流课程成为高校课程建设的重中之重。

在这样的大背景之下, 对数据结构课程的教学内容、教学方式及考核方式等方面进行改革, 强化工程思维和实践训练, 提高学生实践动手能力、分析问题和解决问题能力, 是提升教学质量和育人水平的良好契机。数据结构是计算机专业的核心基础课, 它不仅是操作系统, 数据库、编译原理及其它系统程序的大型应用程序设计的基础, 也是专业发展及解决实际问题所具备的必须基础。但随着新技术、新产业发展, “教学内容缺挑战、教学以教师为中心, 知与能脱节、课程评价单一”等问题在教学过程中凸显出来。因此, 要发展和加快新工科的建设和, 按一流课程的标准建设数据结构课程, 必须对数据结构课程的内容体系和教学模式进行改革, 以达到培养能够适应时代和未来变化的卓越工程人才的目标。

2. 围绕立德树人根本任务, 制定课程目标

一流课程不仅要有高阶性、创新性、挑战度, 还必须以立德树人为根本任务, 确保人才培养过程中能形成对正确的价值观、人生观、世界观的引领和支撑[5]。数据结构课程奠定的不仅仅是学生的知识和逻辑思维等基础, 更是培养学生行业规范、职业道德等价值塑造的关键启蒙阶段, 为后续培养高层次、社会需求人才做铺垫, 同时新工科人才培养需要学生具备较强的综合素质[6]。因此, 围绕立德树人这个根本任务, 根据学校的办学理念和专业培养目标, 制定了数据结构的课程目标为“以立德树人作为根本任务, 以学生发展为主、坚持知识、能力和素质有机融合, 培养学生解决复杂问题综合能力和计算思维”

为课程目标。具体包括：

知识目标：深刻理解数据结构的基本概念；熟练掌握各种数据结构的逻辑结构、存储结构及其相关的算法；学会算法设计及分析的方法；针对实际问题，能合理选择相应的数据结构，能设计和开发满足实际需求的算法，并进行实现与分析；了解最新的信息技术及研究进展；

能力目标：培养和训练学生编写复杂算法的能力，学会运用数据结构解决实际问题的能力，提升学生的独立获取知识的能力和创新能力，为解决复杂问题的能力打下必要基础。培养学生审辩式思维能力，勇于创新的精神和能力。

素质目标：以课程思政为主线，树立正确的人生观、价值观；要求学生熟悉并严格遵循软件开发和使用中的道德责任，培养学生坚韧不拔，攀登技术高峰的优秀品质。培育具有社会主义核心价值观、科学精神，职业道德、有社会责任感的创新人才。

3. 重构课程思政一体的教学内容

随着新技术、新产业发展，对软件人才产生了巨大的需求。但在数据结构课程教学内容相对计算机产业发展滞后，教学内容缺挑战，导致“学与用脱离”，难以适应计算机产业的发展需要，与计算机人才需求矛盾突出。针对这些教学问题，围绕培养“适合社会需求、具有创新精神，能解决计算机类复杂工程问题能力”的创新人才这“一条主线”而展开，将基础知识、实际案例和前沿技术有机融合，并渗透思政元素，重构课程思政一体的课程内容体系，突出课程内容的创新性、高阶性、挑战性，强化知识点之间的联系、深化逻辑性，着力解决“教学内容缺挑战”的教学问题。新的教学内容体系分为“基础知识和算法、应用实践、新技术新研究”三个层次，构成层次递进关系，底层为高层提供支持。同时，将思政元素渗入到课程教学内容，如盐化水与课程教学内容相融合，实现课程育人。

第一层：基础知识和算法。数据结构基本知识和经典算法，包括线性表、栈与队列、树、图等数据结构和算法。在该层次融入价值观和科学精神等思政内容。如中国软件的现状和进展，IT 领军人物的励志创业史等。引导学生建立正确的人生观、价值观，激发学习热情，提升自主学习的主动性，努力成为对国家和社会有用的人。

第二层：应用实践。以实际案例分析为主，传输如何运用基本知识和算法去解决实际问题，加强理论联系实际，提升课程教学内容的挑战度。主要包括图书管理系统、编码译码系统、文件传输系统、城市之间通信联络网建立、物流配送中心选址等案例。在该层次融入职业道德，社会责任等思政元素。如在博弈树学习内容中，以人机博弈中人所起到的关键作用为切入点，引入机器学习算法，扩展知识广度和深度。同时，鼓励同学们探索未知，掌握过硬的本领，适应新时代的需要。

第三层：新技术、新研究：科研反哺教学。将最新的 IT 技术、软件竞赛内容、科研成果等内容分解及提炼后纳入教学内容，着力解决“教学内容滞后计算机人才需求，导致学与用脱离”的问题，提升课程教学内容的创新性、高阶性。主要包括数据完整性的验证结构、云存储数据去重技术、外包数据的查找验证等。在该层次，介绍国内外重大科技创新，信息安全与知识产权保护的有关法规等，实现价值塑造，培养学生的勇于创新的探索精神和社会责任、职业道德规范等。

同时，充分利用教师科研成果在学生创新能力引导培养上具有的鲜活性、有效性的特点，实施了以教师科研成果为内容，开展创新实践，激发学生的创新热情与能力。同时，竞赛可以有效培养学生实践能力，将科研项目、科技竞赛、创新创业等融合组建科技、竞赛实践平台，能很好加强学生实践能力，提升学生的创新创业能力。例如：将我们国家自然科学基金研究成果：外包数据完整性验证结构，作为课程内容的链表扩展。广东省产学研重点项目的研究成果：云数据去重技术作为课程内容二叉树的扩展知识。

新的课程教学内容体系坚持夯实基本知识，加大课程教学内容的含金量，提高课程教学内容的高阶

性、创新性和挑战度，为学生自主拓展相关知识打下宽厚的基础。这种层次和融合式的教学内容体系，在显著提高教学效率的同时，加深了学生对课程内涵的理解。

4. 开展能力培养的教学方法

为了培养学生的工程应用能力，加强理论与实践结合，根据本课程目标的要求，围绕教学内容，开展了“课堂教学问题化、实践教学项目化、创新实践多元化”的能力培养的教学方法。在教学过程中，以工程问题为导向引入教学内容，激发学生的学习兴趣 and 潜能；以探讨工程问题解决的方法，培养学生分析问题的能力；以解决工程问题的算法设计为重点进行分析和讨论，训练学生算法设计的能力。课后上机测试，提升学生的编程能力；以项目为驱动开展实践教学，小组创新实验，训练学生解决实际问题的能力和团队协作精神。以 ACM 程序竞赛、挑战杯、大学生创新创业计划项目和教师的科研项目等多元驱动开展创新实践，培养学生计算思维、解决实际问题的能力和创新能力。这种循序渐进的教学，促进了学生对理论知识的理解和实际灵活运用，搭建了学生在学习中发现、探究、解决问题的连贯通路，既夯实了学生的应用技术知识、又培养了学生的实际应用能力。

该教学方法以学生发展为中心，能力为产出、思政元素与课程内容紧密融合，强调学生个性化和合作化学习、注重师生互动性，培养学生解决复杂问题的综合能力和计算思维。与传统教学模式不同，该方法追求的是“能力产出”，而不是“知识输入”，注重学生的个性发展、能力水平和学习效果，坚持“因材施教、做中学”，着力解决“教师为中心，知与能脱离”的教学问题。

5. 线上线下的教学组织实施

针对内容多、难度大、学时紧、学生自主学习差的问题，我们采用线上线下相融合的教学方式，将“课前一课上一课后”三者有机联系起来，构建数据结构知识学习、能力训练、自主学习三维一体的学习环境，提升教学实效和教学质量。

课前：预习学习，老师监督、促进学生自主学习，协作学习。

利用自建的数据结构教学平台、MOOC 和雨课堂推送预习材料，主要包括教学内容的带语音讲解 PPT 和视频、一些凝练后的核心模块、辅以案列视频、习题等。通过课前的预习资料推送，布置课前学习任务，让学生自行学习一些相对简单的知识要点，形成学习支架；学生根据自身的理解能力和基础，使用线上不等的时间掌握核心知识模块，随时随地学习推送的预习资料，并将遇到的问题实时反馈给老师。通过学生提交的讨论报告、讨论微信、讨论照片、PPT 演示稿等。教师监督学生预习的情况，发现存在的共性问题，实时掌握学生的预习和复习情况。

课堂：讲解重点难点，对存在的共性问题分析、对算法思想的深度剖析，引导学生深层次思考。并引入相应得新技术、新知识，科研结果，扩展提高，突显计算思维和实际问题能力的培养。同时，利用信息技术提高课堂效率。通过雨课堂中不懂，弹幕，投稿等开展师生互动、讨论等活动；通过自主开发的多媒体软件演示程序运行过程，帮助学生深刻理解算法；用“雨课堂”测试，进行教学效果的检测，了解学生的学习情况，更好地实现教与学的融合，提高教学质量。

课程思政元素融入教学内容及教学全过程，以润物无声的方式涤荡学生心灵，获得学生情感上的共鸣，提升学生的学习内动力。

课后：复习总结，把课堂上学习的知识巩固提高；查阅相关文献，扩展深入和创新学习；通过创新实验、小组协作学习，探索学习；通过作业、学习成果展示、大作业答辩等检查学习成果。

教师用“雨课堂”进行教学行为数据的采集工作，了解学生的学习轨迹，进行教学反思，总结，调整授课进度与侧重点，更好地实现教与学的融合，提高教学质量。

6. 建多维度的评价考核

课程依据全过程、多维度、全覆盖的考核原则,从过程性、形成性、结果性多个维度进行评价,注重了学习过程的评价、能力和素质的评价、课程目标达成情况的评价,并制定了相应评价。理论课和实验课分别考核,均为100分,平时成绩占50%,过程性评价包括课前的预习、在线资源的学习、课堂互动、小组讨论及汇报、随堂测验、实验、课后作业等。形成性评价包括大作业、创新实验等,考核学生在完成这些作业和实验中团队协作、查阅文献和创新能力等。结果性评价是期末考核。

7. 结束语

数据课程教学内容和教学方法实施于暨南大学信息科学技术学院本科生的教学后,收到了很好的教学效果。学生表现出很高的学习热情,学生对课程认同感增强,积极参与课堂的师生互动、生生互动和讨论,打破了课堂沉默的状态,教学效果得到提升,也得到学生的肯定和好评。近几年学生的期末考试平均成绩、创新实验平均成绩、大作业平均成绩和上机考试等逐年上升。学生的问卷调查、学生评教、中期反馈和同行评教都反应了教学的优良效果,学生对课程的参与度、满意度也有明显的提高。思政与课程的融合也获得同学们的充分肯定。

在未来的数据结构课程建设中,坚持以立德树人作为根本任务,进一步改进教学方法与手段,开展教与学模式创新,培养学生解决问题的能力 and 解决复杂问题的综合能力,全面提高教学质量,达到培养创新卓越人才的目的。

参考文献

- [1] 佚名. “新工科”建设复旦共识[J]. 高等工程教育研究, 2017(1): 10-11.
- [2] 蒋宗礼. 新工科建设背景下的计算机类专业改革[J]. 中国大学教学, 2017(8): 34-39.
- [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] 教育部关于一流本科课程建设的实施意见[EB/OL].
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201910/t20191031_406269.html, 2019-10-30.
- [5] 张红伟, 蒋明霞, 兰利琼. 一流课程建设的要义: 思想性与学术性[J]. 中国大学教学, 2020(12): 36-41.
- [6] 孙康宁, 刘会霞. 关于立德树人与一流课程建设的几点思考[J]. 中国大学教学, 2020(10): 49-53+68.