

融合软件工程思想的 Java 程序设计 实验教学改革与探索^{*}

刘佳荟 张思佳 胡泽元 刘明剑 王富力

大连海洋大学信息工程学院, 大连 116023 沈阳益科自动化科技有限公司, 沈阳 110034

摘 要 针对当前我国高等院校培养出的软件人才实践能力不足, 学生难以将所学的理论知识应用到实际的项目开发中、职业能力不强、就业竞争力弱等问题, 分析了问题产生的原因, 结合“新工科”背景下人才培养的目标和定位, 提出融合软件工程思想的 Java 程序设计实验教学改革方案。主要围绕如何引入软件工程理论合理规划教学内容、丰富教学方法、构建新的综合考核方式等方面进行探讨。最后经过实践验证, 说明该改革探索提高了学生的 Java 程序设计水平, 以及在全软件生命周期中解决工程问题的综合能力, 促进了课程建设。

关键字 Java; 软件工程; 项目驱动; 教学方法; 实践

Reform and Exploration of Java Programming Experiment Teaching Integrating Software Engineering Concepts

Liu jiahui Zhang sijia Hu zeyuan Liu mingjian

Wang fuli

School of Information Engineering
Dalian Ocean University,
Dalian 116023, China;
liujiahui@dloou.edu.cn

Shenyang Yike Automation Technology Co., Ltd.
Shenyang 110034, China;
fuli.wang@yikeautomation.cn

Abstract—Current Chinese higher education has some issues such as insufficient practical skills among software engineering graduates, difficulties in applying theoretical knowledge to real-world projects, weak professional capabilities, and low employability. This paper analyzes the root causes of these problems. Considering the goals and positioning of talent cultivation under the "New Engineering" background, a reform proposal for Java programming experiment teaching, integrating software engineering concepts, is presented. The discussion focuses on how to introduce software engineering theories to effectively plan teaching content, enrich teaching methods, and establish new comprehensive assessment approaches. Finally, practical verification demonstrates that this reform exploration has improved students' proficiency in Java programming and their overall ability to solve engineering problems throughout the entire software lifecycle, thereby promoting course development.

Keywords—Java; Software Engineering; Project-Driven; Teaching Methods; Practice

1 引 言

在互联网技术快速更新的背景下, Java 语言以其成熟性、广泛应用性、强大的生态系统以及持续的演进和优化能力, 灵活地适应和引领技术的未来发展, 在各种计算机编程语言中一直以来占有不可撼动的重要地位。Java 程序设计实验课程是一门实践性极强的程序设计类课程, 它对培养学生在解决复杂工程问题中应具备的程序设计能力具有重要作用。“新工科”^[1]

是中国教育领域提出的一种工程教育改革和发展理念, 旨在应对新一轮科技革命和产业变革的挑战, 培养适应未来社会需求的高素质工程人才。新工科主要关注工程教育的创新与发展, 推动传统工科教育向跨学科、创新性、实践性更强的方向转变。在“新工科”背景下, Java 程序设计实验课程教学的第一个难点在于如何将面向对象编程与复杂的工程开发流程有机结合, 帮助学生理解并应用系统设计和质量管理核心理念。第二个难点是如何在实践中培养学生的创新能力和团队协作能力, 使其能够在多变的技术环境中有效应对实际工程挑战。另外, Java 课程一般开设时间较早, 学生对实际项目的开发了解不深, 不能理解企业实际的开发过程, 难以支撑培养学生职业素养的教学目标^[2]。

^{*} **基金资助:** 本文得到辽宁省教育科学“十四五”规划 2024 年度立项一般课题 (JG224DB052)、2022 年度立项一般课题 (JG22DB096)、大连海洋大学 2023 年度本科教育教学改革研究项目 (NO. 39) 和教育部产学研合作协同育人项目 (230907200192221) 资助。

2 存在问题分析

高校的计算相关专业已开设Java课程30余年, 尽管为企业输送了大量Java领域的编程人才, 但培养的毕业生与用人单位招聘需求的差距仍然较大^[3], 主要表现为毕业生在实际项目开发和复杂系统设计方面的经验不足, 缺乏对真实软件开发工程流程和行业标准的深入理解, 学生通常在团队协作和创新能力上相对欠缺, 难以应对动态变化的技术环境和复杂业务需求, 职业能力培养不到位, 就业竞争力不足^[4]。具体原因主要表现在以下3个方面:

(1) 学生缺乏完整的软件开发生命周期经验: 高校Java课程通常侧重于基础编程技能和一些初步的项目实践, 但未能全面涵盖软件开发的整个生命周期, 包括需求分析、系统设计、开发、测试、维护和部署。学生往往没有经历完整的项目流程, 缺乏在真实环境中进行需求沟通、系统架构设计和质量保证的经验。

(2) 团队协作经验不足: 虽然学生在之前的其他程序设计实验中可能有一定的团队合作经验, 但因为并没有学习过软件工程中团队协作方法和项目管理模型知识, 通常缺乏在整个软件开发流程中协调工作、解决冲突的能力。

(3) 传统的实践教学方法和评价方式过于单一: 教学内容多集中在语言基础、语法和基本算法上, 较少涉及现代开发流程、测试和部署等环节, 难以满足企业实际开发的需求。课程评价通常以考试和作业成绩为主, 重点考察学生的理论知识和基本编程能力, 而忽视对学生解决实际问题能力、团队合作能力和创新思维的综合评估。并且本科计算机编程类课程的教学顺序基本上按照C语言、Python语言、Java语言这样的课程顺序来进行, 在Java程序实践课程之前, C语言和Python实践课程为了夯实学生的编程基础, 基本会按照传统的教学方法进行, 这样Java课程如果仍然采用传统单一教学方式, 会让学生产生疲惫感, 提不起学习的兴趣。

(4) 学生在课程中可能主要接触基础的Java技术和工具, 未能学习和应用行业中广泛使用的先进技术栈和工具。软件工程强调的是与最新技术和工具的结合, 企业期望员工能够熟练使用这些工具来提高开发效率和系统质量。

3 基于软件工程思想的教学模式设计

通过对问题产生的原因进行分析, 探索“新工科”背景下基于软件工程思想的教学模式, 对高校Java实验教学进行改革。软件工程课程一般面向大三以后中高年级本科生开设, 全面介绍软件工程所涉及的各类概念和方法^[5], 且大部分高校讲授理论课程, 学生缺少

实践演练。通过将软件工程关键思想与低年级开设的Java实验课程有效结合, 增加对整个软件开发生命周期的实践覆盖, 提高学生的实践能力和适应招聘企业实际需求的能力, 为后期学生系统化全面地学习软件工程课程奠定基础, 助力学生成为工程实践的复合型人才。

2.1 教学目标

(1) 知识目标: 掌握Java编程语言的基本语法和高级特性, 包括面向对象编程、异常处理、I/O操作等, 确保学生具备扎实的Java编程基础; 理解软件工程的核心理念和开发流程, 包括需求分析、系统设计、编码、测试、维护等, 帮助学生在软件开发过程中灵活运用Java编程知识; 学习Java在软件工程中的实际应用, 涉及版本控制、持续集成等工具和技术, 确保学生能够适应现代软件开发环境。

(2) 能力目标: 提高编程与问题解决能力, 通过实际项目训练, 增强学生在复杂问题下编写高效、可维护代码的能力; 培养团队合作与项目管理能力, 通过团队项目, 学生将学会在协作中进行任务分配、进度管理和代码合并, 提升与他人合作开发的能力; 增强软件开发全生命周期的把控能力, 在项目开发中, 学生能够贯穿从需求分析到产品交付和维护的整个开发过程, 提升对项目全局的把控能力。

(3) 素质目标: 培养严谨的工作态度和职业素养, 在课程中强调代码规范、文档编写和测试的重要性, 培养学生的职业素质和严谨态度; 提升创新思维与实践能力, 鼓励学生在实践中探索新技术、新方法, 提升他们的创新能力和在实际项目中灵活应用知识的能力; 树立终身学习的意识, 在课程中强调技术更新的快速性, 培养学生的自主学习能力, 帮助他们在未来的职业生涯中持续进步。

2.2 融合软件工程思想设置Java实验课程教学内容

(1) 整合软件开发生命周期: 讲授企业中常用的软件开发重要模型, 进行灵活的选择和运用。将软件生命周期融入课程内容, 在学生掌握基础Java开发知识以后, 按照软件生命周期的需求分析、设计、编码、测试、部署和维护进行模块化设计, 每个模块涵盖相关理论知识。因国内外很多学校将课程实践与课程所属专业背景相关的科研项目相结合, 以项目为主线推动学生实践教学, 并取得较好的效果^[6-7], 通过项目实践来巩固这些知识。让学生自行进行实践调研设计一个综合性项目, 从头到尾体验软件开发的各个阶段, 从需求收集到最终软件产品交付, 逐步理解Java开发项目的软件工程的全过程。

(2) 培养学生的团队协作能力: 设置以小组为单

位的团队项目，模拟企业开发环境，培养学生的团队协作能力。团队成员分工明确，角色扮演包括开发、测试、项目管理等，让学生体验不同的工程角色。为了夯实学生的Java编程基础，开发角色需要全员参与锻炼。学生在团队项目中提高如何进行进度跟踪、冲突管理和资源协调等重要的软件工程理念中涉及的相关能力。

(3) 融入创新与迭代开发：开放性的项目能够激发学生的自主性和创造力。在实验课程的项目实战阶段给予学生一定的自由度，允许学生根据个人兴趣或行业趋势选择项目主题，或提出自己的项目建议。

教授企业中流行的软件开发模型，鼓励学生选择适宜的开发模型并持续改进。基于瀑布模型的典型流程可以使学生经历软件开发的完整流程[8]。在有迭代的模型中每个迭代结束后进行评估和反馈，培养学生

的快速反应和灵活开发能力。

(4) 综合性评估体系：采用多维度评估方法，除了考试和作业，还可以通过团队合作表现、代码质量、项目文档质量、项目成果展示与答辩等多维度对学生进行综合评估。

通过调研国内外大学和中国大学慕课、有道精品课、网易公开课等在线教育平台上的Java程序设计实验课程的教学大纲，并对知识点进行汇总发现，在“新工科”背景下，面向企业级的软件人才应该具有较好的自学能力、程序设计能力、团队合作与沟通能力、软件工程实践能力和创新能力，基于上述精神对课程内容进行了以下调整，课程调整后的知识体系和

学时安排见表1。

表 1 教学大纲和学时分配

一级目录	二级目录	学时	备注
面向对象程序设计方法	编程基础巩固	2	C语言等学过的表达式等
	类与对象、子类与继承	2	
	接口、实现与多态	2	
软件输入输出	文件输入输出流	2	
JavaGUI	组件与处理	2	
数据库操作	JDBC处理	2	
软件工程原理和方法	软件开发模型 需求分析 概要设计与详细设计 软件测试 软件质量保证 软件文档与配置管理	6	新增
项目实战	分组合作自选项目实战	14	覆盖软件开发全流程实战

2.3 融合软件工程思想的 Java 项目驱动教学方法

在基于软件工程思想的 Java 课程实验中采用项目驱动方法，可以将理论知识贯穿于实际开发中，帮助学生全面理解和应用软件工程的原则。不仅仅通过案例驱动^[9]和任务驱动^[10]来进行教学，通过真实项目，学生能掌握从需求分析到测试和维护的完整开发流程。项目驱动方法还培养了学生的团队协作和项目管理能力，增强他们的实际工作适应性。在实际操作中主要采用如下方法：

(1) 团队组建与角色分配：将学生分成若干小组，每组 3-4 人，模拟企业开发团队。每个小组根据实际调研，负责设计并实现一个完整的项目开发任务。每个小组成员分配明确的角色，如开发人员、测试人员、

项目经理等。通过角色分配，学生能够体验并理解不同工程角色的职责和 workflows。

(2) 项目需求与任务分配：团队共同讨论并分析项目需求，形成需求规格说明书。项目经理负责分配任务并制定项目计划。根据项目需求，将任务细分并分配给每个团队成员，项目经理负责监督进度，确保项目按计划推进。

(3) 开发与测试：开发人员依据需求进行编码，定期提交代码并进行代码审查，确保代码质量。团队成员之间需协作完成模块的集成与调试。测试人员设计测试用例，对开发出的功能进行全面测试，记录缺陷并反馈给开发人员，确保软件的稳定性和可靠性。

(4) 项目管理与冲突解决：项目经理负责监控项目进度，自选工具进行任务跟踪和管理，定期更新项目状态。通过模拟企业环境下可能遇到的冲突，学生

在团队中学习如何有效沟通、解决冲突，并确保项目顺利进行。

(5) 项目总结与反馈：在项目完成后，团队将项目交付给“客户”既实践课程老师，并进行演示和答

辩。通回顾会议，团队成员总结项目的经验教训，反思在团队协作、角色扮演和项目管理中的表现，提出改进建议。

表 2 项目文档考核方法

考核项	考核内容
需求分析文档	内容要求：清晰描述项目的背景、目标和用户需求。定义功能需求和非功能需求，包括性能、可靠性、安全性等方面。 考核标准：需求描述的准确性和完整性。需求的可理解性和可操作性。需求分析方法的应用是否合理，如使用UML用例图。
系统设计文档	内容要求：系统架构设计，包括整体架构图、模块划分、类图、数据库设计等。描述关键模块的设计方案，解释如何实现主要功能。 考核标准：设计方案的合理性和清晰度。系统架构的可扩展性、可维护性和模块化程度。设计文档的逻辑性、层次分明。
实现文档	内容要求：描述代码实现细节，包括主要算法、数据结构、类和方法的作用。说明实现过程中遇到的难题和解决方案。提供代码注释和关键部分的解释，便于他人理解和维护。 考核标准：实现文档的详细程度和技术准确性。代码注释的清晰度和说明的全面性。对实现过程中问题的分析和解决方法的有效性。
测试文档	内容要求：测试计划，涵盖单元测试、集成测试、系统测试等不同层次的测试。提供测试用例的设计和对应的预期结果。记录测试的实际结果，说明发现的缺陷及其修复过程。 考核标准：测试计划的全面性和测试覆盖率。测试用例设计的合理性和有效性。测试结果记录的准确性以及缺陷修复的完整性。
用户手册	内容要求：用户手册应包括项目的安装指南、操作说明、常见问题解答等内容。详细解释每个功能的使用方法，并配有截图或图示。提供系统维护指南，说明如何进行基本的系统维护和问题处理。 考核标准：用户手册的清晰度和可操作性。内容是否易于理解，是否能有效指导用户使用系统。手册的完整性和专业性。

表 3 成果汇报和答辩考核方法

考核项	考核内容
项目背景与需求分析	考核内容：学生清晰阐述项目背景、需求来源以及主要功能点。 评分标准：评估学生对项目需求的理解深度、需求分析的全面性和准确性。
系统设计与架构	考核内容：学生详细展示系统的整体架构设计，包括模块划分、类图、数据库设计等。 评分标准：考察系统设计的合理性、模块之间的接口设计、面向对象原则的应用程度。
开发与实现过程	考核内容：学生介绍项目开发过程中的关键机能实现过程和遇到的主要挑战。 评分标准：评估实现过程中关键机能的合理性、解决问题的能力以及项目的创新性。
测试与验证	考核内容：学生需要展示项目的测试方案，包括测试用例的设计、测试覆盖率以及问题修复情况。 评分标准：测试方法的全面性、测试结果的分析以及对项目质量的保证程度。
项目答辩	考核内容：教师或评审小组会针对项目的各个环节提出问题，学生需要即时回答。 评分标准：考察学生对项目的全面掌握情况、应答的准确性和逻辑性，以及对潜在问题的思考深度。

2.4 考核内容与形式

为了与融合软件工程思想的 Java 项目驱动实验教学相适应并全面考核教学质量和效果，课程的考核内容和形式也要作出相应的调整与变化，采用过程化多维度、形成性评价与总结性评价相结合的考核方式^[11-12]。主要考核内容为课堂表现 10%，使用智慧平台的电子考勤、课堂提问、课堂讨论等功能，另外，采用助人解决代码调试问题加分、实验代码检查、实验报告、作业等多种形式进行综合评价；知识点实验

15%，采用智慧教学平台机考编码的形式；项目文档 25%，考核方式如表 2 所示；成果汇报和答辩 50%，考核具体核方式如表 3 所示。其中课堂表现、知识点实验和项目成果计入平时成绩，成果汇报和答辩计入期末成绩。

基于软件工程思想的 Java 程序设计实验课程的教学内容、目标、方法与考核方法整体设计如图 1 所示。

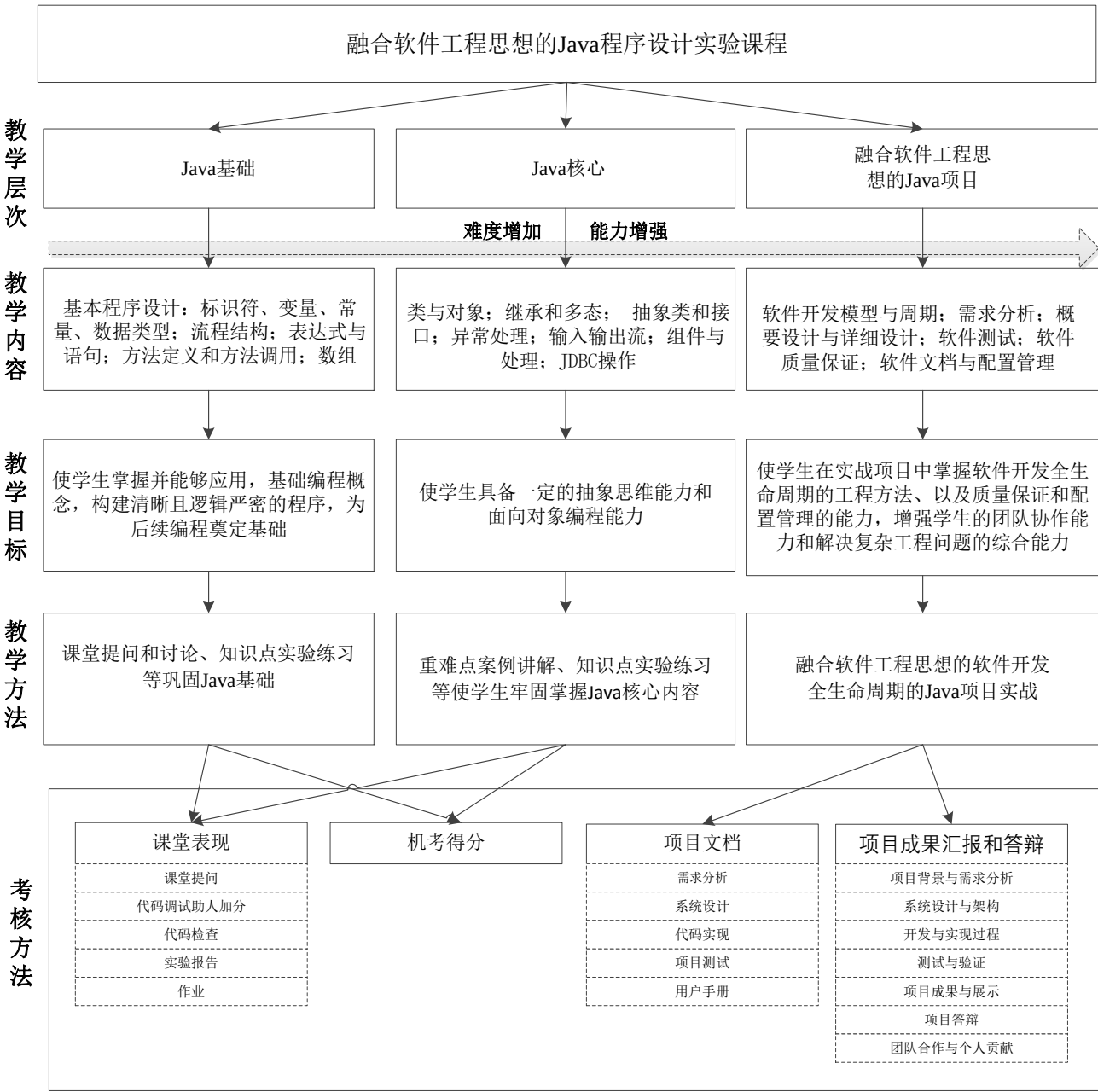


图 1 基于软件工程思想的Java程序设计实验课程的教学内容、目标、方法与考核方法

3 教学评价

图 2 是课程组某任课教师近三年该课程的学生评教成绩示意图，其中 2022 年实验教学没有引入任何形式的软件工程思想，2023 年在实验教学中尝试性引入了部分软件工程的知识，2024 年的实验教学按照完整软件生命周期进行实验教学，从学生评教成绩来看，学生对课程效果的满意度有不同程度的提高。

表 4 展示了该课程近三年的课程目标达成度的情况，从表中看出，无论对于课程目标 1 所提出的 Java 知识基础的掌握，还是对于课程目标 2 所提出的解决工程问题能力和课程目标 3 所提出的用恰当工具解决工程问题能力的培养，都达到了满意的效果。实践表明，融合软件工程思想的 Java 程序设计实验教学模式实现了课程目标对实际工程领域所要求的培养目标和毕业要求的更好契合。

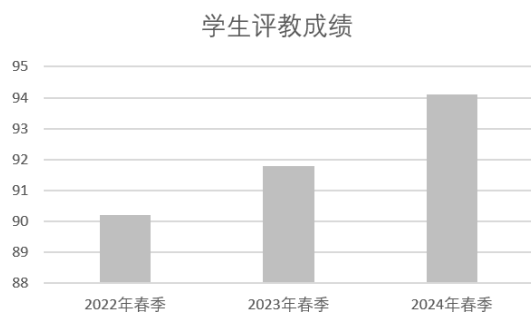


图 2 2022-2024 学年学生评教成绩示意图

表 4 2021-2023 学年课程目标达成度情况

课程目标	2022 年春季	2023 年春季	2024 年春季
课程目标 1	0.71	0.75	0.80
课程目标 2	0.72	0.74	0.82
课程目标 3	0.80	0.81	0.82

为了进行进一步教学效果评价,向学生发放匿名调查问卷,共收到 78 份调查问卷。对问卷进行分析,对是否喜欢采用融合软件工程思想的 Java 程序设计实验教学模式进行学习,75.68%的同学喜欢,21.42%的同学比较喜欢。对于融合软件工程思想的 Java 程序设计实验教学对你学习的帮助如何?82.93%的同学认为有帮助,10.61%的同学认为比较有帮助。问卷显示,大部分学生对课程内容的实用性和教学设计的合理性给予了积极评价。多数学生认为,课程有效地将软件工程理论与 Java 编程实践结合,并在项目实战中进行实操,使他们在实践中更好地理解软件开发模型、需求分析、设计与测试等软件开发的重要环节,提升了他们在真实工作环境中的适应能力和竞争力。相比上两轮实验实施情况,学生对融合软件工程思想的 Java 程序设计实验教学模式的认可度、满意度都有所提升,一定程度上也说明在多轮的教学实践中,通过持续改进教学,教学效果不断提升。

4 结束语

融合软件工程思想的 Java 程序设计实验教学将学生置于工程领域的具体情境中,学生在完全软件开发生命周期中身临其境地培养了扎实的专业基础知识、

编程技能、团队协作能力以及实际工程应用能力。本次改革不仅使学生能够在项目开发中运用系统化的工程方法,还培养了他们的创新思维和解决复杂问题的能力。通过项目驱动、团队合作等教学策略的实施,课程的整体教学效果得到了显著提升。未来,我们将继续优化课程内容和教学方法,提升系统力,不断适应技术发展和行业需求,为学生提供更加丰富的学习体验,培养适应“新工科”时代工程需求的综合型人才。

参考文献

- [1] 教育部. 新工科建设指南(“北京指南”)[J]. 高等教育教育研究, 2017(4): 20-21
- [2] 赵慧, 温艳冬, 等. 基于对分课堂的 Java 语言程序设计课程合作学习模式[J]. 计算机教育, 2024(4): 204-208
- [3] 申雪萍, 原仓周, 邵兵等. 面向软件实践能力的 Java 程序设计课程教学改革探索[J]. 计算机教育, 2024(2): 20-25.
- [4] 孙海民. CDIO 理念下的计算机专业软件开发课程教学设计[J]. 计算机教育, 2023(10): 185-191.
- [5] 毛明志, 陈建国, 徐清振, 刘钊. 基于 OBE 理念和价值交付的软件项目管理课程教学探究[J]. 计算机技术与教育, 2023(11): 122-126.
- [6] 关玉欣, 刘广文, 张斌斌, 邢红梅. 基于 OBE 的软件工程专业实验教学过程考核与评价[J]. 计算机技术与教育, 2024(9): 71-75.
- [7] 韩万江, 张笑燕, 陈琰峥, 韩卓言, 韩韧. 基于软件工程全流程的项目驱动式课程实验教学[J]. 计算机技术与教育, 2023(12): 61-67.
- [8] 迟殿委, 黄甜甜, 杨嘉耀. 基于软件生命周期模型驱动的软件开发类课程混合式教学探索[J]. 计算机教育, 2024(1): 189-193.
- [9] 阮文江, 毛明志, 罗志宏. 案例驱动教学法在《Photoshop 图像处理与设计》课程中的应用与研究[J]. 计算机技术与教育, 2021(10): 80-83.
- [10] 王文娟, 孙奕, 杨智, 黄琳娜. 基于任务驱动和翻转课堂深度融合的信息安全技术课程实践教学模式探索[J]. 计算机教育, 2022(8): 123-132.
- [11] 张健, 张长伦. “工匠精神”引领, 基于实践能力的教学改革创新探索——以《面向对象程序设计》课程为例[J]. Creative Education Studies, 2023(11): 2680-2688.
- [12] 杜文峰, 朱安民, 袁琳. 基于新工科理念的软件工程课程建设[J]. 计算机技术与教育学报, 2022(11): 62-66