

产教融合视角下软件工程实践课程改革研究*

王 慧* 邢红梅

德世洋

内蒙古工业大学智能科学与技术学院, 内蒙古
呼和浩特市 010080

青软创新科技集团股份有限公司, 山东
省 青岛市 266000

摘 要 针对软件产业快速发展对工程人才实践能力提出的更高要求, 以及当前软件工程实践课程普遍存在的教学内容与产业需求脱节、工程化训练不足、评价方式单一等问题, 本文以产教融合为引领, 以《面向对象综合设计》课程为例, 构建了基于企业级工作流的“三阶四维”实践教学模式。该模式通过教学目标重构、教学资源升级、教学过程再造、评价方式创新四个维度开展改革, 支撑分组选题与分析设计、敏捷开发与持续集成交付、项目验收与综合评审三阶递进的实践流程, 同时引入校企双师协同、真实项目库与企业级敏捷工具链。在 2022 级与 2023 级学生中开展了对照实验, 改革后课程两个目标提升较为显著, 学生成绩 70 分以上占比由 55.6% 提升至 70.4%, 学生自评间接达成度均超 0.8, 验证了该模式对工程实践能力的有效支撑, 为软件工程实践课程改革提供了可参考的产教融合路径。

关键词 产教融合, 软件工程, 实践教学, 工程化能力

Research on Software Engineering Practice Course Reform from the Perspective of Industry-Education Integration*

Hui Wang Hongmei Xing

Shiyang De

College of Intelligent Science and Technology,
Inner Mongolia University of Technology, Hohhot
010080, Inner Mongolia, China

Qingruan Innovation Technology Group
Co., Ltd., Qingdao 266000, Shandong,
China

Abstract—In response to the higher demands on engineering talents' practical capabilities posed by the rapid development of the software industry, and the prevalent problems in Software Engineering practice courses such as the disconnect between teaching content and industrial needs, insufficient engineering-oriented training, and single-dimensional evaluation methods, this paper takes industry-education integration as the guiding principle and takes the course "Object-Oriented Comprehensive Design" as an example to construct a "Three-Stage, Four-Dimension" practical teaching model based on enterprise-level workflows. This model carries out reforms through four dimensions: teaching objective reconstruction, teaching resource upgrading, teaching process reengineering, and evaluation method innovation, supporting a three-stage progressive practical process of grouped topic selection and analysis design, agile development and continuous integration delivery, and project acceptance and comprehensive review, while introducing school-enterprise dual-mentor collaboration, real project repositories, and enterprise-level agile toolchains. A controlled experiment was conducted among students of the 2022 and 2023 cohorts. After the reform, two of the course objectives showed relatively significant improvement, the proportion of students scoring above 70 increased from 55.6% to 70.4%, and the students' self-assessed indirect attainment levels all exceeded 0.8, verifying the effective support of this model for engineering practical capabilities and providing a referable industry-education integration path for the reform of software engineering practice courses.

Keywords— industry-education integration, software engineering, practical teaching, engineering ability

1 引 言

《国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见》强调, 深化产教融合, 促进教育链、人才链与产业链、创新链有机衔接, 是当前推进人力资源供给侧结构性

改革的迫切要求^[1]。在此背景下, 推动高等教育紧密围绕产业需求、强化实践教学、完善以应用型人才为主的培养体系, 已成为当前教学改革的重要方向。软件工程作为信息技术产业的核心支撑领域, 其技术迭代迅速、工程实践性强, 对人才的综合能力与职业素养提出了更高要求。当前, 人工智能、云计算等前沿技术的普及, 进一步重塑了软件开发的工作模式与能力标准, 对具备系统思维、工程规范、协作能力与创新意识高质量多元化的软件人才产生了极为迫切的需求。

***基金资助**: 本文得到内蒙古工业大学产教融合课程“面向对象综合设计”项目(IEC2025011)、内蒙古自治区教育科学研究“十四五”规划课题项目(NGJGH2023055)资助。

***通讯作者**: 王慧 hwang@imut.edu.cn。

然而,高校传统的软件工程实践课程,往往侧重于技术实现的训练,在教学过程、协作模式与评价体系上与真实产业环境存在显著脱节。研究表明,当前软件工程实践教学普遍面临人才培养与市场需求脱节、实践资源不足、学生缺乏工程实践机会等困境,学生在校期间难以获得真实项目开发经验,导致其从校园到职场的适应周期延长^[2]。这种“学用分离”的现象,不仅制约了人才培养质量的提升,也影响了产业创新与转型升级的效能。

目前,产教融合驱动软件人才培养的核心理念和实践价值已得到广泛认可,而实践教学体系建设正是产教融合协同育人的重要载体,是培养学生创新思维、实践能力和综合素质,促进学生全面发展的关键环节^[3]。产教融合的核心在于将校企联动理念贯穿于“学生中心、成果导向、持续改进”的人才培养全流程,通过引入企业工程技术、平台资源与价值理念,推动教学与产业需求深度对接,实现校企资源互通、成果共享与多方共赢^[4]。本文以《面向对象综合设计》课程为例,针对存在的教学痛点,探索以“模拟企业真实工作流”为核心的教学重构路径,旨在通过引入产业界的流程、工具与文化,有效填补教育供给与产业需求之间的鸿沟。

2 课程教学中存在的问题

《面向对象综合设计》作为软件工程专业高年级的核心实践课程,旨在通过完整的项目开发周期,使学生综合运用面向对象思想、设计模式、Web开发技术及MVC架构,锻炼其系统分析、设计、编码、测试与协作能力。实践是培养学生解决复杂工程问题能力的主要途径,也是提升创新意识的必要环节,该课程理应承担这一使命^[5]。然而,传统课程在教学设计与实施中暴露出了一些问题,主要表现在以下几个方面。

(1) 教学目标窄化,实践能力产出导向不明确。传统课程将教学目标设定为要求学生完成一个可运行的软件系统,这一导向导致课程实施对需求分析、系统设计、团队协作、质量保障等工程化能力缺乏明确的教学设计和内容安排,学生难以形成对软件工程全流程的系统认知,所获得的能力与企业岗位要求存在明显错位。

(2) 教学内容简化,工程化训练不足。传统课程将复杂的软件工程实践简化为个人编程任务的叠加,与企业真实项目研发需求存在明显差距。课程将需求分析、系统设计等环节视为“前提”而非正式教学内容,仅设置分组形式却缺少协同机制设计,也未将版本控制、代码审查等规范转化为可执行的教学要求。这些内容的缺失导致课程难以支撑工程化能力的系统训练。

(3) 评价方式单一,过程质量评价缺失。传统课程主要依据最终集成结果评定成绩,开发过程中的质量保障行为未纳入评价体系。基本是课堂表现、程序演示和实践报告等几个方面加权,考核结果对实践能力支撑性不强^[6]。课程未通过评价机制引导学生养成测试先行、质量内建的工程习惯,学生缺少主动验证和持续保障质量的动机。

上述问题深层原因在于:课程提供的是被简化的“教学实验”环境,而产业需要的是在复杂、强协作的“工程系统”中解决问题的能力。为此,本文提出基于企业级工作流的“三阶四维”实践教学模式,探索将产业中的工作模式经过教学设计融入课程教学环境,实现教育与产业同频共振的抓手,为软件高质量发展筑牢人才根基。

3 基于企业级工作流的“三阶四维”

实践教学模式

针对《面向对象综合设计》课程存在的教学内容简化、工程化能力训练不足以及评价方式单一等核心问题,本文以产教融合为引领,模拟企业真实工作流,构建了“三阶四维”实践教学模式(如图1所示)。“三阶四维”实践教学模式着力推动课程从“个人编程训练”向“工程化团队实践”的根本转变。教学模式以培养具有工程化实践能力的高水平软件人才为目标,通过教学目标重构、教学过程再造、教学资源升级、评价方式创新四大改革维度,支撑分组选题与分析设计、敏捷开发与持续集成交付、项目验收与综合评审三阶递进的实践流程,形成产教融合驱动的软件工程实践课程改革新范式,使学生在实践中获得完整的工程化能力训练。

4 课程改革实践

4.1 教学目标重构

课程目标是课程建设的核心与逻辑起点。以产业需求驱动构建课程目标体系,是提升人才培养与产业需求适配性的关键^[7]。针对传统课程目标窄化,本课程改革对标软件行业对应用型开发人才的岗位核心能力要求,坚持知识传授、实践锤炼、价值塑造有机融合,重构形成“知识应用、能力培养、素养养成”三位一体的课程目标体系(如图2所示)。

知识应用目标聚焦前序专业知识的综合贯通与实践转化。课程不再设置独立的全新理论知识讲授模块,而是以企业级项目实践为核心载体,引导学生对Java web程序设计、数据库原理、软件工程等前置课程知识进行精准调用与灵活组合,实现从被动学会知识到主动运用知识的能力跃迁,夯实工程化开发的知识基础。

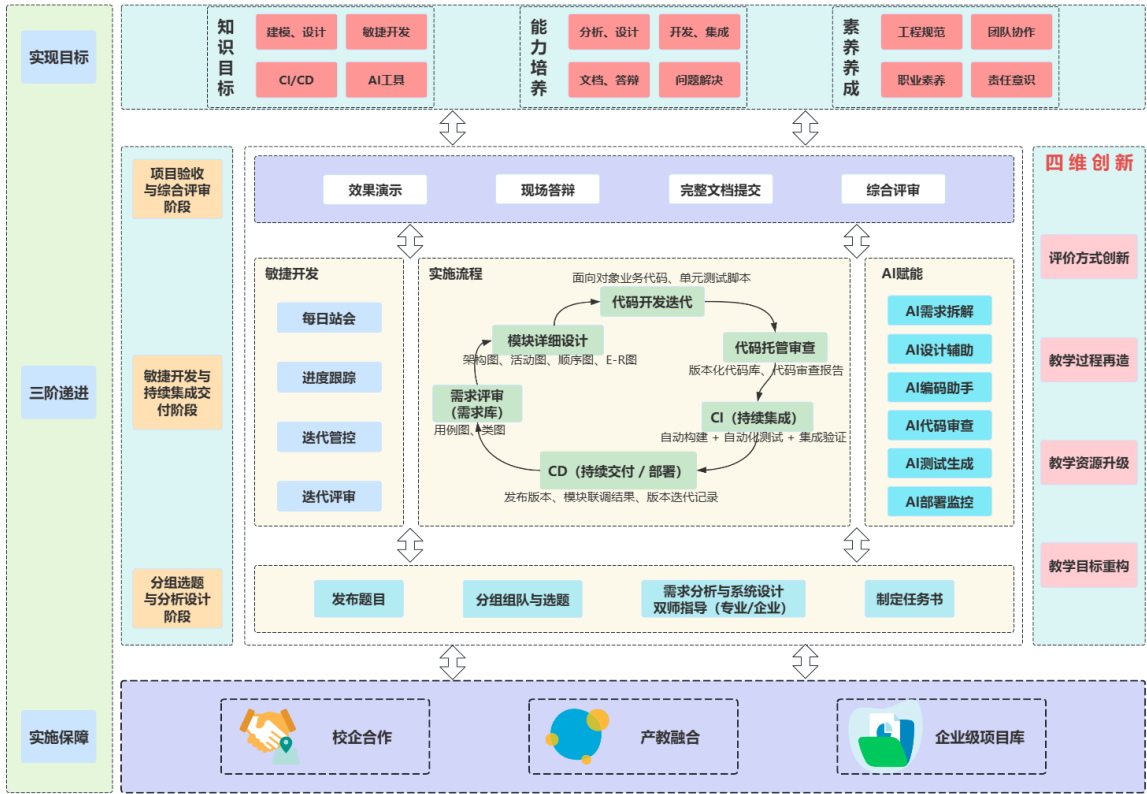


图 1 “三阶四维” 实践教学模式

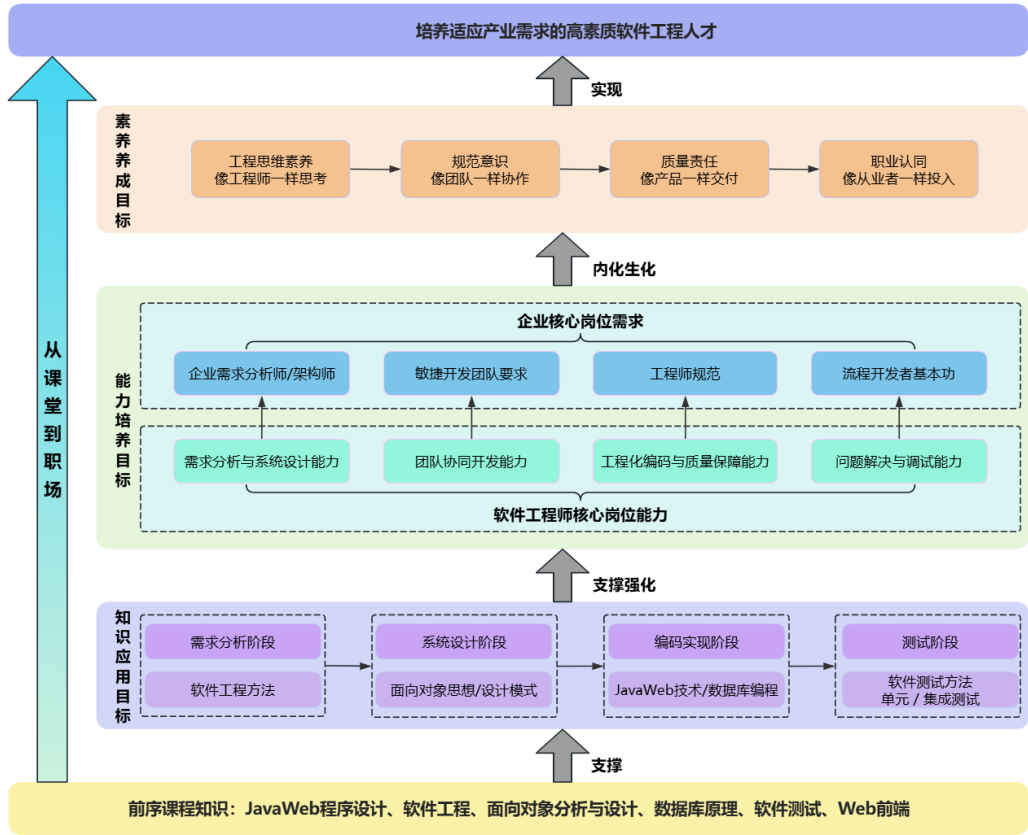


图 2 课程目标体系

能力培养目标紧扣企业真实岗位能力模型，覆盖需求分析与系统设计、团队协同开发、工程化编码与

质量保障、问题解决与调试优化四大核心维度，分别对应企业需求分析师/架构师、敏捷开发团队成员、DevOps工程师、全流程开发者等核心岗位的职业能力要求，让学生在校期间即可接受标准化、职场化的工程化训练，实现校园学习与职场需求的无缝衔接。

在知识应用与能力训练的基础上，课程将工程思维、规范意识、团队责任、职业适应力等职业素养融入项目实践全过程，使学生在完成技术开发任务的同时，塑造软件工程师应有的职业品格与工程素养，实现专业能力与职业素养的同步提升。

4.2 教学资源升级

教学资源是“三阶四维”实践教学模式落地的核心支撑。课程改革以产教融合为引领，从双师资源体系、真实项目库、敏捷工具链三个维度对教学资源进行系统升级，为“三阶”实践流程提供全链路保障，有效解决传统教学中教学内容与企业需求脱节、实践环节薄弱等问题^[8]。

（1）校企协同的双师资源体系升级

传统课程师资以校内教师为主，虽具备扎实理论功底，但缺乏企业一线项目开发与管理经验，导致实践教学与职场脱节。为此，构建“校内专业导师+企业技术导师”双师协同指导体系，引入企业一线项目经理、技术总监等作为企业导师，明确分工、建立协同机制。校内专业导师负责理论知识衔接、实践全流程管控、学生学业与职业素养指导，衔接前序课程知识运用；企业技术导师深度参与项目选题、需求评审、敏捷指导、规范落地、验收评审等关键环节，提供职场化指导与经验分享。

同时建立师资双向赋能机制，校内教师参与企业

真实项目提升实践能力，企业导师参与课程设计融入行业需求，实现师资动态迭代，为改革提供坚实保障。

（2）真实项目库资源升级

课程引入企业真实应用场景，包括互联网行业招聘平台类项目“Q_ITOffer锐聘网站”、心理测评类项目“MBIT职业性格测试系统”、医疗健康类项目“慧医数字医疗应用系统”以及电商服务类项目“惠农商城系统”等典型案例。在引入过程中，对上述项目进行脱敏处理，剥离企业敏感数据与商业机密信息，保留核心业务逻辑与技术架构；同时，将原项目中的企业级复杂功能模块进行合理裁剪与重组，使其既保持真实业务的完整性与典型性，又适配课堂教学的学时限制与学生认知水平。

（3）工程化工具链升级

针对传统实践工具功能分散、无法支撑敏捷开发与持续集成、持续部署（Continuous Integration and Continuous Deployment, 简称CI/CD）流程的教学痛点，课程改革系统引入企业级敏捷工具链，有针对性地补足学生各项工程能力。工具链建设整合Jira、Trello实现敏捷项目管理，依托Figma、ProcessOn规范协作设计流程，基于Git与GitLab/GitHub建立代码版本管控体系，借助Jenkins、GitHub Actions搭建CI/CD自动化流水线，形成覆盖“规划—设计—开发—交付”全流程的工具支撑能力。同时，引入AI需求拆解工具与智能编码助手，培养学生利用智能化手段提升开发效能的意识与能力。课程引入的具体企业级工具及其教学支撑作用如表1所示。通过上述工具链的升级，能够在项目实践中使学生全面掌握企业主流工具与方法，提升工程实践能力，实现与职场开发环境的无缝对接。

表 1 企业级敏捷工具链及教学支撑作用

工具类别	工具名称	核心教学用途	培养能力维度
项目管理工具	Jira、Trello	敏捷迭代规划、任务分配、进度看板可视化	团队协同与项目管控能力
设计与协作工具	Figma、ProcessOn	需求原型绘制、流程图/UML建模、团队协作设计	工程设计与需求分析能力
代码管理工具	Git、GitLab/GitHub	源代码版本控制、分支策略管理、代码审查协作	版本规范与协同开发能力
CI/CD自动化工具	GitHub Actions、Jenkins	自动化构建、单元测试集成、持续部署交付	DevOps与自动交付能力
AI赋能工具	AI需求拆解工具、智能编码助手	需求结构化梳理、代码自动生成与质量检查	智能开发与效能提升能力

4.3 教学过程再造

教学过程再造是“三阶四维”实践教学模式落地的核心执行环节。本课程以企业真实软件工程流程为蓝本，将两周集中实践重构为“分组选题与分析设计、

敏捷开发与持续集成交付、项目验收与综合评审“三阶”递进的实践流程（如图3所示）。第一阶段聚焦需求分析与系统设计，让学生经历从模糊需求到可行方案的转化过程；第二阶段引入Scrum敏捷框架，通过迭代开发、每日站会、持续集成等实践，培养学生的团

队协同与工程规范意识；第三阶段完成系统联调、演示答辩与复盘总结，强化质量保障与反思学习能力。

三个阶段环环相扣，形成完整的工程化训练闭环。

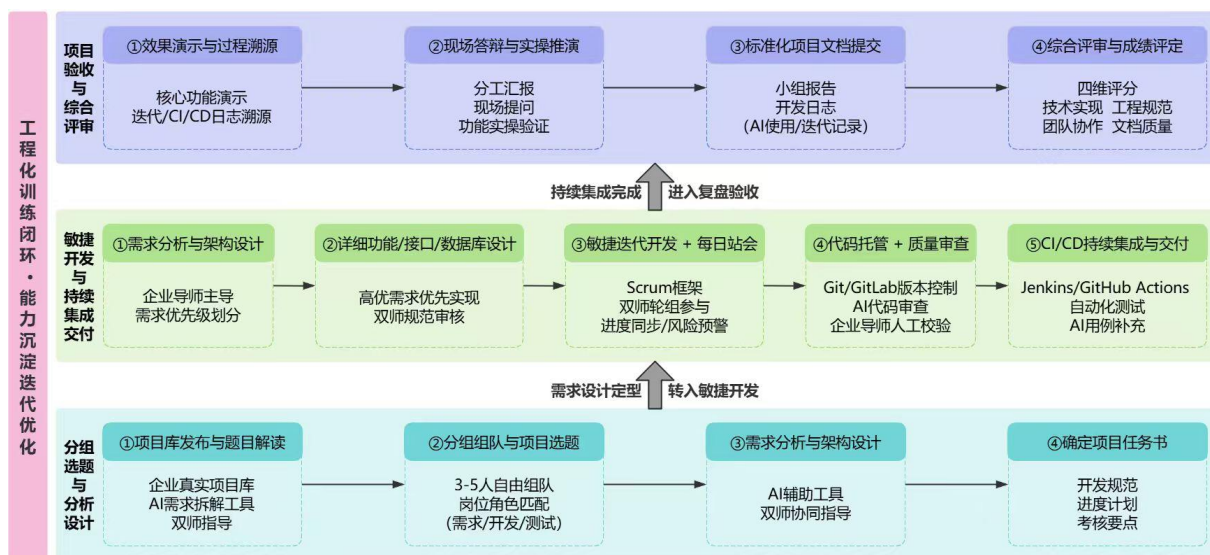


图3 三阶递进的实践流程

三阶递进的实践过程中深度融合双师协同指导、敏捷化开发流程与AI全流程赋能，推动课程从零散代码训练转向完整的工程化团队协作实践，助力学生塑造工程化思维、提升团队实战能力。

(1) 分组选题与分析设计阶段

依托企业级项目库，由校内教师与企业导师联合发布项目公示，结合真实业务场景拆解项目逻辑、核心模块与交付标准，借助AI需求拆解工具自动拆分标准化子任务，帮助学生快速明晰项目需求与开发边界。采用3-5人自由组队结合双师动态调控的方式，指导学生组建能力互补、分工明确的团队，匹配需求分析、开发、测试等企业岗位角色，夯实团队协作基础。校企双师共同制定标准化项目任务书，明确开发规范、阶段进度与考核要点，学生团队在双师指导下完成需求调研、分析与系统架构设计、整体规划，为项目实施奠定基础。

(2) 敏捷开发与持续集成交付阶段

本阶段聚焦敏捷开发全流程落地实施。学生团队依据标准化项目任务书，在校企双师协同指导下开展需求优先级梳理与排序划分，锁定高优先级业务模块先行推进；同步开展详细功能模块设计、接口规范定义与数据库结构精细化设计，依托AI设计辅助工具优化建模逻辑与方案合理性，由企业导师严格把控业务逻辑适配性与建模规范标准，校内教师侧重指导技术架构选型与前置课程知识落地应用。

全过程遵循Scrum敏捷开发框架，实行多轮迭代开发+每日站会机制，通过每日进度同步、问题复盘与风险预警，规范团队协作节奏与工程开发习惯。全员

统一使用Git/GitLab完成代码托管、分支管理与版本控制，构建规范化代码管理体系；采用AI代码智能审查+企业导师人工复核双重质控模式，从语法规则、编码风格、业务逻辑多维度校验代码质量，双师分工跟进技术难点攻坚与开发规范落地，确保全过程贴合企业真实软件工程标准。

引入Jenkins、GitHub Actions等CI/CD工具搭建自动化集成测试与部署环境，学生自主编写单元测试用例，并借助AI工具补充边界用例、完善测试覆盖，实现代码提交、自动编译、自动化测试、持续集成一键流转交付。双师全程协同指导开发工具实操、敏捷流程执行与工程交付规范落地，系统性培养学生规范化编码、版本管控、自动化测试与工程化持续交付综合实践能力。

(3) 项目验收与综合评审阶段

项目完成后，学生团队按要求提交两类核心文档，一是包含需求分析、系统设计、功能实现、测试验证完整内容的小组报告，二是记录AI使用情况与Git核心功能迭代提交记录的开发日志文档，完成工程化文档交付。学生团队进行项目效果演示，同步展示核心功能实现、业务流程落地情况及敏捷开发过程记录（如迭代记录、代码提交记录、CI/CD执行日志），完整呈现项目全流程开发成果。采用分组答辩结合现场实操推演的形式，团队成员分工汇报项目各环节工作，企业导师与校内教师分别从业务适配、工程规范、技术实现等维度进行提问考核，全面检验学生综合工程能力。

4.4 评价方式创新

评价方式创新是“三阶四维”实践教学模式落地的质量保障。评价改革对标软件行业岗位职业评价标准，构建了“全过程性考核+多元主体协同评价”的综合评价体系。

（1）全过程性评价指标体系

表 2 全过程性评价指标体系

评价维度	维度权重	评价主体及权重分配	评价依据
需求分析	10%	校内教师50%+企业导师50%	需求梳理完整性、逻辑合理性、架构设计贴合度
团队协作	15%	组内匿名互评100%	每日站会参与度、项目看板更新、代码审查配合度、协作态度
工程规范	15%	校企双教师70%+组内互评30%	Git提交规范、分支策略执行、代码审查反馈质量、流程执行度
单元测试	15%	校企双教师100%	核心模块测试覆盖率 $\geq 70\%$ ，CI工具自动抓取
模块实现	20%	校企双师50%+组内互评50%	代码规范度、功能实现完整性、Bug修复效率
最终交付	25%	校内教师50%+业导师50%	系统演示效果、项目复盘总结、小组报告与开发日志文档完整性

（2）多元主体协同评价机制

校内教师依托Git平台、CI/CD自动化工具抓取测试覆盖率、代码提交记录等客观数据，核算工程规范与单元测试维度得分，减少主观打分偏差。校企双师开展专业评审，校内教师侧重技术实现与知识运用评分，企业导师从工程实践角度评价需求落地与交付规范性，统一校企评价标准。团队成员围绕任务完成度、协作态度开展匿名互评，自评仅作参考不计入成绩。个人最终成绩以团队双师综合评分为基准，结合个人互评得分与小组平均分的比值核算，将团队整体表现与个人贡献挂钩。评价贯穿三阶实践全流程，双师在每轮敏捷迭代后开展阶段性评分与反馈，帮助学生及时优化调整，避免仅关注最终分数。

5 结束语

本文针对《面向对象综合设计》课程存在的问题，构建了基于企业级工作流的“三阶四维”实践教学模式，从教学目标、教学过程、教学资源、评价方式四个维度展开改革实践。

该改革已于2022级学生中完成第一轮实施。从课堂观察和学生反馈来看，课程面貌有了积极变化，学生开始主动与“客户”沟通需求，团队形成了站会同步进度的习惯，Git使用从“交作业”演变为协同开发。

为验证改革效果，对改革前2022级与改革后2023级学生开展对照实验。2022级共141人，采用传统教学模式，以3-4人自由分组完成项目开发，评价以最终系统演示和实践报告为主；2023级共112人，采用“三阶四维”实践教学模式，以3-5人自由组队结合双师动态调控的方式组建团队，实施分组选题与分析设计、敏捷开发与持续集成交付、项目验收与综合评审三阶递进实践流程，采用全过程性考核与多元主体协同评价

课程围绕软件工程全流程关键环节设置，贯穿项目启动、敏捷开发、集成测试、复盘交付全部环节，覆盖需求分析、团队协作、工程规范、测试质量、模块实现、最终交付六个维度，六大核心评价维度，明确各维度权重、评价主体与依据，实现对实践过程的全维度考核，具体指标体系如表2所示。

体系。两组学生专业背景与前序课程基础相当，具有可比性，以课程目标达成度与成绩分布作为对照评价指标。改革成效方面，对比改革前（2022级）与改革后（2023级）考核数据如图4所示。课程4个课程目标达成度由0.726、0.708、0.758、0.800变为0.78、0.745、0.74、0.75。目标1（复杂工程问题分析）与目标2（系统实现）分别提升5.4%和3.7%，表明学生在工程问题求解与系统实现方面的能力支撑显著增强；目标3（工程工具使用）与目标4（团队协作）有所下降，主要因学生首次接触IDEA、Maven等企业级工具链存在学习门槛，影响了开发效率与团队协作节奏，后续将在课程实施前增设工具链导入培训环节加以改善。学生自评间接达成度均超0.8，70分以上学生占比由55.6%提升至70.4%，整体验证了“三阶四维”教学模式对工程实践能力的有效支撑。

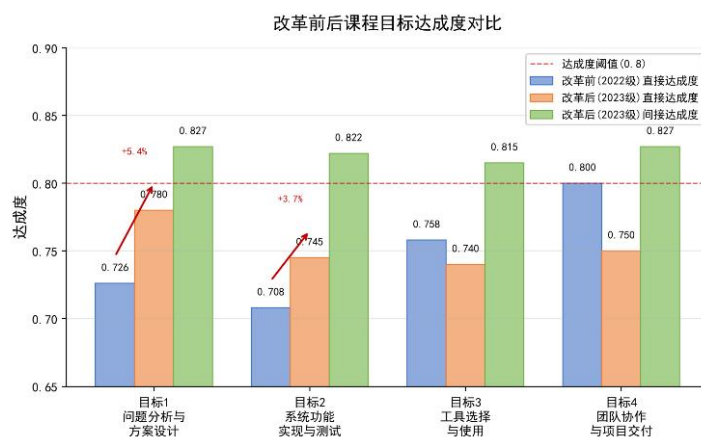


图 4 改革前后课程目标达成度对比

产教融合的深度结合是人才培养的核心路径，唯有充分发挥产教融合之力，才能持续提升人才培养质量^[9]。本模式为软件工程实践课程改革提供了一种可

参考的思路,期待在后续教学中不断完善,为培养适应产业发展需求的高素质软件工程人才贡献力量。

参 考 文 献

- [1] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见: 国办发〔2017〕95号[EB/OL]. (2018-01-10) [2026-03-31]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2018/content_5254308.htm
- [2] 陈琦, 王小号, 伍军辉, 等. “模拟企业”模式下特色化软件人才实践能力培养研究[J]. 计算机教育, 2026(2): 1-7
- [3] 王冬, 冯洋, 彭聪, 等. 产教融合驱动的“1364”软件人才实践教学模式[J]. 计算机教育, 2025(12): 54-59
- [4] 白文江, 张乃江, 封俊. 创新驱动产教融合的机器学习课程教学实践初探[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(2)
- [5] 修佳鹏, 王莉, 陈虹雨, 周海伟, 邝坚. 产教融合的特色化示范性软件学院实践创新体系探索与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2023, 11(2)
- [6] 周维, 许海霞, 王小宇. 基于校企深度合作模式的软件工程专业实践教学体系探索与实践[J]. 计算机教育, 2022(3): 175-180
- [7] 王淑营, 邢焕来, 杨燕. 产教融合与数智赋能的计算机类人才培养模式研究与实践[J]. 中国大学教学, 2025(5): 9-15
- [8] 赵伟, 卫琳. 以产教融合为导向的软件工程课实践教学改革[J]. 计算机教育, 2023(4): 177-180
- [9] 宋斌, 张志勇, 梁晗. 人工智能赋能多模态大模型安全产教协同育人创新实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2026, 14(3).