

教育数字化战略下程序设计 课程教学改革与实践*

黄明凤** 黄园媛

朱小玉 李婷

长沙理工大学计算机学院
长沙 410000

长沙学院计算机科学与工程学院
长沙 410022

摘要 针对传统程序设计课程教学中“重理论、轻实践”现象，以及数字资源体系化匮乏、教学案例时效性滞后、个性化学习适配程度低等问题，以教育数字化战略为引领，构建“一基三阶 四合五环”课程数字化教学体系。该体系以基于 OBE 理念的 BOPPPS 教学为基本模式，开展课前、课中、课后三阶段混合式教学，整合基础、综合、设计、挑战四类阶梯式强化实践模式，依托学、教、练、评、拓五大教学环节赋能。教学实践表明，该体系有效优化了教学效果，强化了学生实践与创新素养，为程序设计课程教学改革提供了可推广的实践范例。

关键字 教育数字化，程序设计，BOPPPS 模式，混合式教学

Reform and Practice of Programming Courses Teaching under the Strategy of Digital Education*

Mingfeng Huang** Yuanyuan Huang

Xiaoyu Zhu Ting Li

School of Computer
Changsha University of Science and Technology
Changsha 410000, China

School of Computer Science and Engineering
Changsha University
Changsha 410022, China

Abstract—To address the issue of "emphasizing theory and neglecting practice" in traditional programming course teaching, as well as the lack of systematic digital resources, outdated teaching cases, and low adaptability to personalized learning, we have constructed a "one foundation, three stages, four integrations, and five cycles" digital teaching system, guided by the strategy of Digital Education. The system adopts BOPPPS teaching model based on the OBE concept as its fundamental model, implementing blended teaching across three stages: before class, during class, and after class. It integrates four-tiered practical enhancement modes: foundation, integration, design, and challenge, and is empowered by five teaching cycles: learning, teaching, practice, evaluation, and expansion. Teaching practice has demonstrated that this system effectively optimizes teaching effectiveness, strengthens students' practical and innovative competencies, and provides a scalable practical example for the reform of programming course teaching.

Keywords—Digital education, programming, BOPPPS model, blended teaching

1 引言

当前，我国教育数字化战略深入推进^[1]，依托人工智能、大数据、云计算等技术，着力破解传统教育在资源构建、教学模式及个性化学习中的局限^[2]，为教学改革与创新注入新动能。教育数字化不仅重构了教学资源形态，更推动了教学方法与评价体系的系统性变革，成为提升教育质量、培养创新人才的核心路径。

程序设计类课程（如 C、Java、Python 等）作为计算机及理工科专业的基础核心课程，具有强实践性、技术迭代快等特点^[3]，是培养计算思维与工程能力的

关键载体。然而，传统教学模式长期存在“重理论、轻实践”的弊端，导致学生难以理解程序设计的工程应用价值，知识迁移与创新能力不足。同时，课程内容庞杂、语法抽象^[4]，缺乏体系化数字资源支撑，且教学案例陈旧、思政融合不足，难以激发学生学习兴趣。此外，传统课堂以单向讲授为主，学生难以根据学情自适应调整学习节奏，个性化学习需求得不到满足，教学效果亟待提升。

针对上述问题，本文以教育数字化战略为指引，聚焦程序设计课程教学改革，通过深度融合大数据与人工智能技术，构建“一基三阶 四合五环”数字化教学体系。该体系以需求牵引优化课程资源，以数字赋能创新教学模式，以任务驱动更新实践案例，实现教学全流程的智能化、数字化升级，为我国高等教育数字化转型与教育强国建设提供实践参考。

* **基金资助**：本文得到湖南省普通本科高校教学改革研究项目（项目编号 202502000434）的资助。

** 通讯作者：黄明凤 mingfenghuang@csust.edu.cn。

2 痛点分析与改革思路

当前,程序设计类课程主要存在程序语法复杂抽象、课程案例陈旧落后、工程实践应用不足三大教学痛点问题。为此,我们从资源建设、案例设计、实践项目三方面出发,构建需求牵引、数字赋能、任务驱动的教学改革思路。

2.1 数字赋能—多元具象资源建设

程序设计类课程具有实践性强、职业需求高、技术更新快的特点,课程涵盖的数据结构、算法设计、编程范式等内容繁杂且缺乏系统性,各类程序语法规则抽象晦涩,代码逻辑嵌套复杂,导致学生在理解概念、掌握语法及实际编程应用时困难重重,学习效果往往不尽如人意。

针对“程序语法复杂抽象”这一痛点,采用“数字赋能—多元具象资源建设”的改革思路。首先,利用图片、动画、视频等重塑多媒体课件,将抽象知识立体具象化输出。同时,构建课程知识图谱,绘制配套思维导图,全面梳理章节、模块、知识点逻辑关系。并依托学习通、头歌、优慕课等平台建立在线课程,同步更新课程资源,实现课程资源全链接同步打通,在此过程中,引入国家虚拟仿真平台、Unity3D、墨刀三大虚拟仿真系统提供沉浸式编程开发体验,同时辅以IDEA、CodeGeeX、自主研发的计易通系统、课程公众号、自主开发智能伴学软件,对课程内容多元、立体、具象化输出,帮助学生更好理解程序结构、语法。

2.2 需求牵引—多域需求案例设计

智能技术急速发展,而现有教学、思政及实践案例更新迟缓,内容陈旧,与社会前沿技术、行业真实场景差距明显。这不仅使课程内容偏离实际生产需求,让学生所学无用武之地,还因缺乏新意与实用性,难以激发学生学习热情,影响教学效果。

针对“课程案例陈旧落后”这一痛点,采用“需求牵引—多域需求案例设计”的改革思路。结合国家战略、前沿应用、学科交叉、行业典型四类场景案例,整合、重构、扩展课程案例。在思政案例方面,自主设计大话西游、航天探月、项目开源三大主题案例,将传统文化、前沿探索、职业道德等思政元素与课程内容有机融合。在实践案例方面,通过课堂案例、头歌实践、综合课设、企业开放项目等构建多元融合、阶梯式强化的渐进式课程实践案例。最后,面向国家和社会信息建设需求,构建信息系统、手机APP等课程综合设计案例,并在每个学期不定期滚动更新。

2.3 任务驱动—多维能力实践提升

当代大学生知识结构多元化、个人发展强调自主

性,而传统课堂运用PPT、教材进行线下教学,学生难以根据学情自适应学习。此外,传统教学模式中重理论、轻实践的倾向,导致学生难以深入理解程序设计的精髓与工程应用价值,难以满足当今社会对高素质专业人才的迫切需求。

针对“工程实践应用不足”这一痛点,采用“任务驱动—多维能力实践提升”的改革思路。依托“学—教—练—评—拓”五大环节,提升学生工程实践能力。尤其是在教学拓展环节,拟将程序设计与交通、教育、医疗、民生等领域信息化建设需求结合。例如,设置程序设计+交通的智慧路口可视化系统、程序设计+安防的智慧城市人脸识别系统等课程综合实训项目,每学期不定期更新综合课程设计项目,邀请企业导师分享真实案例,鼓励学生挑战开放式项目,将课程教学与企业合作、学科竞赛、项目应用有效联动,提升学生的动手实践和工程应用能力。

3 “一基三阶 四合五环”数字化体系

本文基于OBE理念的BOPPPS教学模式,实施“线上自学—线下教学循环”“理论讲授—实践演练相辅”“校园课堂—企业课堂互补”“课程内容—前沿案例递进”的“课前—课中—课后”三阶段混合式教学,提出“一基三阶 四合五环”的课程数字化教学体系。其中,一基是指采用基于OBE理念的BOPPPS教学模式;三阶是指实施课前自主学习、课中知识内化、课后巩固提升三阶段混合式教学;四合是指基础实践、综合实践、设计实践、挑战实践四类实践结合;五环是指学、教、练、评、拓,五大环节赋能课程教学。

3.1 基于OBE的BOPPPS教学模式

基于OBE理念的BOPPPS教学模式,以成果为导向,是强化学生学习成果而构建的一种系统性教学框架^[5]。该模式由导入(Bridge-in)、目标(Objective)、前测(Pre-assessment)、参与式学习(Participatory Learning)、后测(Post-assessment)与总结(Summary)六个环节有序衔接而成^[6],实施路径如图1所示。

在导入环节,通过展示实际生活中的程序应用案例,如智能交通系统中的信号控制程序,迅速吸引学生注意力,激发学习兴趣。引导学生思考这些程序背后的逻辑,自然地引出本次课程要解决的程序设计问题,让学生明确学习目标与实际应用的关联。

在目标环节,依据OBE理念,清晰阐述本次课程学生应掌握的知识与技能目标,如理解特定算法原理、能运用该算法编写简单程序。同时,明确能力目标,如培养学生的逻辑思维能力、问题解决能力,让学生清楚学习后能达成的成果。

在前测环节,采用提问、小测试等方式,了解学

生对相关前置知识的掌握程度。例如，询问学生之前学过的变量定义、循环结构等知识，以此调整教学节奏与难度，确保教学符合学生实际水平。

在参与式学习环节，鼓励学生积极参与、主动探究，运用项目驱动、小组讨论等方法，让学生积极参与。如在讲解排序算法时，让学生分组讨论不同算法优缺点，然后通过实际编程实现，加深对知识的理解。

在后测环节，通过课堂练习、项目作业等形式，检验学生对本次课程知识的掌握与应用能力。根据学生完成情况，评估教学目标是否达成。

在总结环节，梳理知识脉络，总结课程重点知识，强调关键算法与编程技巧。同时，引导学生反思学习过程，实现教学闭环与持续改进。



图 1 基于 OBE 理念的 BOPPPS 教学基本模式

3. 2 课前-课中-课后三阶教学

在程序设计课程教学中，依据教学进程划分为课前、课中、课后三个阶段，并融入多元教学资源与多样化教学方式，如图 2 所示。

(1) 课前阶段。以真实案例或热点新闻为切入点，巧妙引出与课程内容紧密相关的问题，有效激发学生的学习兴趣与探索欲望。随后，借助知识图谱、思维导图等工具，为学生构建清晰的知识框架。同时，提供微课资源，满足学生碎片化学习需求。在此过程中，布置针对性习题，助力学生初步巩固知识。同时，引入机器人助教与学训软件，为学生提供实时的答疑辅导服务。最后，通过效果评估机制，精准定位学生在自主学习过程中存在的知识薄弱点、重点与难点，为后续的针对性备课提供有力依据。

(2) 课中阶段。打造无界化课堂，整合线下课堂、线上微课、国外慕课以及企业课堂等多种教学资源，突破时空限制，拓宽学生的学习视野。采用自主探究、分组讨论、案例分析、实验验证、主题研讨等多样化的参与式学习方式，充分调动学生的学习积极性与主动性，增强学习的趣味性。此外，运用虚拟仿真技术与学训软件，将抽象的程序设计知识具象化，帮助学生更好地理解与内化知识。

(3) 课后阶段。开展全面的学习效果后测，及时

总结教学过程中存在的问题，并进行深刻的教学反思。借助大数据评价系统与学训软件，深入分析学生的学习数据，为学生提供个性化的学习建议。同时，布置专题实验、课后习题与综合项目等任务，引导学生在实践中巩固所学知识，逐步学会知识的综合应用，提升解决实际问题的能力。

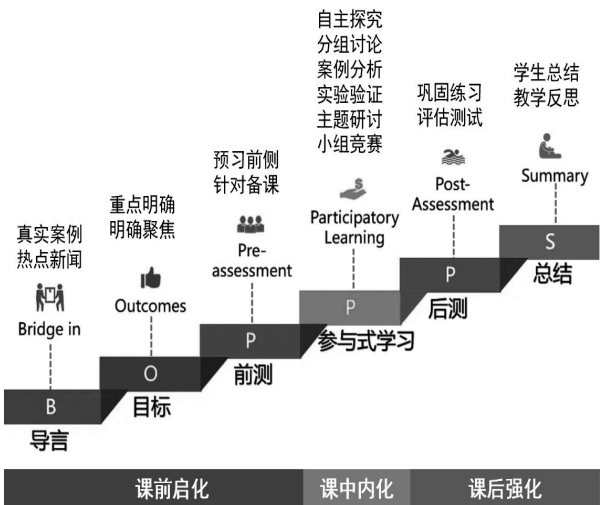


图 2 基于 BOPPPS 的三阶教学过程

3. 3 基础-综合-设计-挑战四合实践

遵循渐进式实践规律，构建逐层递进、多元融合、

阶梯式强化的课程实践案例，实现基础、综合、设计、挑战四类实践有机融合，如图 3 所示。



图 3 阶梯式强化的四合实践过程

(1) 基础实践。以案例模仿为切入点，借助 IDEA 软件引导学生编程复现课堂项目案例，开展基础程序设计训练。所选取项目涵盖简易计算器、华容道游戏以及成绩判定等，这些案例贴近生活、难度适中，有助于学生熟悉编程环境，掌握基础语法与逻辑结构，为后续实践筑牢根基。

(2) 综合实践。依托头歌平台开展专题编程训练，引入国家 101 计划中的优质课程资源与案例，设置类的创建、抽象类和接口、排序等综合案例。同时，创新采用游戏闯关模式重构课程实践，将知识要点融入关卡任务，有效提升学生参与度与学习积极性，促使其在趣味挑战中深化对知识的理解与运用。

(3) 设计实践。在课程专题实践或专业实训环节布置综合设计案例。紧密结合行业需求与真实案例，让学生自主开展综合课程设计，如精准扶贫信息管理系统、交通大数据平台、智慧医疗系统等。此类案例综合性强，能锻炼学生系统设计与开发能力，提升其动手实践水平，增强解决实际问题的能力。

(4) 挑战实践。邀请企业导师开放真实实践项目，鼓励学生尝试独立完成企业真实任务。通过校企合作，为学生搭建实践平台，提供实习、就业机会。这不仅激发学生学习动力，还使其提前适应企业工作环境，实现从校园到职场的无缝衔接。

3. 4 学-教-练-评-拓五环赋能

为确保课程教学改革精准落地，构建“学-教-练-评-拓”五环赋能教学过程，如表 1 所示。

(1) “学”环节。搭建“云网端一体化”在线课程平台，整合配套数字化资源。课前，学生依据任务

发布进行自主学习，借助知识梳理明确学习重点，通过线上自学掌握基础内容，利用辅助答疑解决疑难问题，经效果评测反馈学习情况，教师据此针对性备课，实现个性化学习引导。

(2) “教”环节：遵循教与学相辅相成的原则，打造无界化课堂，融合线下课堂、线上微课、国外慕课与企业课堂资源。教学中采用趣味导学激发学习兴趣，小组竞赛营造竞争氛围，分组讨论促进思维碰撞，自主探究培养独立思考能力，实战演练强化知识应用，通过多样化参与式学习提升教学效果。

(3) “练”环节：秉持“从做中学”理念，设置随堂编程、实训闯关、虚拟开发、项目实战四大实践环节。从基础代码编写到复杂项目开发，由浅入深开展阶梯式编程练习，逐步提升学生程序设计与实现能力，使其在实践中积累经验、提升技能。

表 1 “学-教-练-评-拓”教学五环节实施过程

教学环节	教学过程	数字化资源
学	任务发布、知识梳理、线上自学、辅助答疑、效果评测	学习通、网络教学平台、微课、思维导图、AI 辅学软件
教	无界化课堂：线下课堂-线上微课-国外慕课-企业课堂 参与式学习：趣味导学-小组竞赛-分组讨论-自主探究-实战演练	多媒体课件、微课、网络慕课、企业导师、实践项目、实验平台
练	随堂编程-实训闯关-虚拟开发-项目实战	IDEA 编译软件、头歌实验平台、虚拟仿真平台、实践资源库
评	大数据采集：代码特征查重-学习轨迹追踪-成绩细粒度采集 大数据分析：实训闯关分析-作业大数据看板-学习达成度雷达图	头歌实验平台、大数据分析软件
拓	企业真实案例、专业学科竞赛、行业需求项目	项目资源库、案例资源库、竞赛讯息

(4) “评”环节：运用大数据与智能推荐技术构建精准教学评价模型。通过代码特征查重确保程序诚信，实训闯关分析掌握学生实践水平，成绩细粒度采集全面反映学习成果，学习轨迹追踪了解学习过程，作业大数据看板直观呈现学习情况，学习达成度雷达图评估综合能力，建立细粒度学生学习画像，为学生提供个性化智能学习推荐。

(5) “拓”环节。将课程教学与企业合作、专业竞赛、行业交流紧密联动。鼓励学生参与学科竞赛，

支持学生在开源中国、GitHub、开源大赛等平台开放源代码，邀请企业导师与技术人员批注评价。在课程综合设计环节设置真实项目开发案例，不定期更新项目，有效解决学生动手实践能力弱、程序工程应用不足等问题。

4 教学实施效果

近年来，本文教学团队围绕“一基三阶 四合五环”数字化教学体系，稳步且深入地推进教学改革与实践工作。在教学实施进程中，收获了极为显著的成果，实现了教学质量与学生综合能力的全方位提升，教学实施效果主要体现在以下四方面。

4.1 学生实践能力显著增强

从表 2 的课程设计完成情况来看，近年来学生动手能力和学习能力得到显著强化。不再是单一的信息系统开发的课程设计类型，成功开发出精准扶贫、智慧医疗、人脸识别等信息管理系统、手机 APP、微信小程序、游戏、物联网系统的不同类型的应用。这些作品紧密结合医疗、交通、民生等众多领域的实际需求，不仅体现了学生对专业知识的深度理解与灵活运用，更说明课程改革引入新案例、新技术的成效。

表 2 课程设计作品类别统计

	信息管理系统	手机应用软件	微信小程序	其他
2023 年	78.63%	12.37%	6.2%	2.8%
2024 年	55.35%	22.54%	13.21%	8.9%
2025 年	42.63%	28.64%	12.12%	16.61%

4.2 课程目标达成不断提升

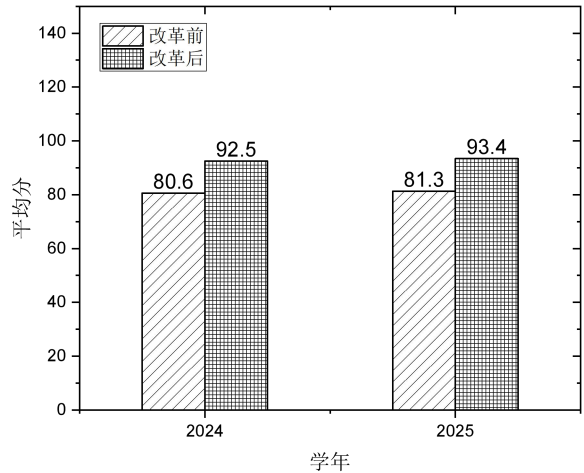


图 4 教学改革前后平均分对比

教学团队在 2024-2025 第 2 学期和 2025-2026 第 1 学期以本校计算机科学与技术、软件工程专业学生

为对象，实施课程数字化教学改革，涉及课程包括《Java 程序设计》和《Python 程序设计》。图 2-图 4 数据直观地反映了改革成效，实施改革后，学生平均成绩提升近 10 分，成绩优良率提高 25%，课程目标达成度持续攀升。以软件工程专业的《Java 程序设计》课程为例，在 2023 年，课程目标达成度仅 71.4-74.3。而在实施数字化教学改革后，2025 年课程目标达成度达到 81.8 以上，课程目标 2 达成度高达 90.5。这表明通过数字化教学改革，学生能够更好地将所学知识应用于专业问题的解决中，实现了知识传授与能力培养的有机统一。

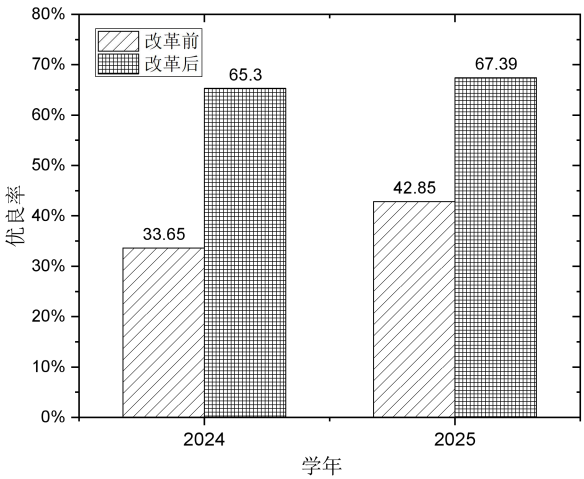


图 5 教学改革前后优良率对比

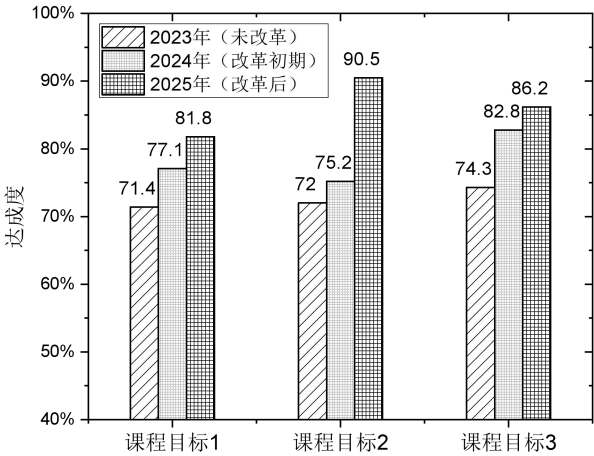


图 6 教学改革前后课程目标达成度对比

4.3 学科竞赛排名位居前列

学生动手实践能力得以提升后，在学科竞赛领域表现突出。近 3 年，学生共获得国家级学科竞赛奖 55 项。以 2025 年中国大学生计算机设计大赛中南地区赛为例，本教学团队指导学生获一等奖 14 项。2024 年，我校全国普通高校大学生竞赛排名全国第 11，2020-2024 年总排名全国第 12（较 2019-2023 年上升 32 个位次），均居全省高校首位。这是对课程教学改

革成果的有力验证,充分展示了学生在创新思维、团队协作和实践操作等方面的卓越能力。

4.4 课程教学改革成果丰硕

课程教学改革效果显著,教学团队建设的《Java 程序设计》课程入选“线上线下混合式省一流本科课程”。围绕课程建设内容,课程团队发表教改论文5篇,立项国家级、省级课题3项,获省级教学竞赛奖4项。这些成果为课程教学的持续优化提供了理论支持与实践经验,推动了课程向更高水平发展。

5 结束语

本文直面传统程序设计课程教学长期存在的重理论轻实践、数字资源零散低效、教学案例陈旧脱节等问题,构建了“一基三阶 四合五环”课程数字化教学体系。以基于OBE理念的BOPPPS教学为基本框架,通过三阶段混合式教学、四类阶梯式强化实践模式以及五大教学环节赋能,推进了程序设计课程教学的数字化重构与范式革新。

未来,我们将以建设国家级一流本科课程为目标导向,持续深化三方面改革:一是构建“技术迭代+产业需求”双驱动的数字化教学资源更新机制,打造

具有前沿性和适用性的教学资源库;二是开发基于学习分析的智能教学决策系统,实现精准化教学干预和个性化学习路径规划;三是深化产教融合协同育人模式,联合头部企业共建“真实项目+真实场景”的实践教学平台,着力培养具有数字素养、工程能力和创新精神的卓越程序设计人才。

参考文献

- [1] 刘骥,武衍静,钱禹辰,周子玉.教育数字化正成为中国式教育现代化自主标识——基于国家教育数字化战略行动(2022—2025年)的剖析[J].中国教育信息化,2025,31(12):17-32.
- [2] 赵璐,蔡惠,王烟濛,周剑.生成式人工智能赋能程序设计课程教学研究[J].大学教育,2025,(08):33-39.
- [3] 郑珂,李博,詹英.计算思维导向的程序设计课程改革与实践[J].计算机技术与教育学报,2025,13(6):56-61.
- [4] 戴晓东,谢鑫,梁卫芳,仇焕青,马凌.数智赋能的三阶项目驱动程序设计教学改革与实践[J].计算机技术与教育学报,2025,13(5):21-27.
- [5] 李国和,董丹丹,邓橙,等.基于OBE理念与胜任力模型的程序设计创新教学[J].软件导刊,2024,23(08):99-104.
- [6] 段喜龙,郭志红.基于BOPPPS的面向对象程序设计课程线上线下混合教学[J].高教学刊,2023,9(23):104-107.