

基于师-生-机协同的项目化教学实践研究*

韩万江** 陈晋鹏

北京邮电大学计算机学院（国家示范性软件学院），北京 100876

摘要 本文围绕软件工程实践教学，提出了一种基于师-生-机协同的项目化教学模式。文章构建了覆盖软件工程全流程的数智教学平台，借助 AI 大模型实现需求分析、设计、编码、测试等环节的智能化辅助与文档生成，推动教学从“师生交互”向“师/生/机”深度协作转变。该模式以统一项目贯穿软件工程多知识模块，促进课程知识协同，提升学生的工程实践能力、系统能力、判断思维能力。同时，研究提出了面向大模型时代的软件工程能力评估模型，实现了对学生综合能力的精准评估。实践表明，该教学模式在提升教学效率、促进学生深度理解和能力全面发展方面具有显著效果，为软件工程教育的智能化转型提供了可行路径。

关键字 师-生-机器协同，项目化教学，软件工程全流程，AI 赋能教学，数智教学平台

Research on Project-Based Teaching Practice Based on Teacher-Student-Machine Collaboration

Wanjiang Han** Jinpeng Chen

School of Computer Science(National Pilot Software Engineering School),Beijing University of Posts and Telecommunication, Beijing , China
hanwanjiang@bupt.edu.cn

Abstract—This paper focuses on practical teaching in software engineering and proposes a project-based teaching model based on teacher-student-machine collaboration. The paper constructs a digital and intelligent teaching platform that covers the entire software engineering lifecycle, leveraging large AI models to provide intelligent assistance and document generation in requirements analysis, design, coding, testing, and other phases, thereby promoting the transformation of teaching from "teacher-student interaction" to deep "teacher/student/machine" collaboration. This model uses a unified project to connect multiple knowledge modules throughout software engineering, facilitating the synergy of course knowledge and enhancing students' engineering practice capabilities, systematic thinking, and critical judgment skills. Meanwhile, the study proposes an assessment model for software engineering competency in the era of large language models, enabling precise evaluation of students' comprehensive abilities. Practice has shown that this teaching model significantly improves teaching efficiency, promotes students' deep understanding, and fosters well-rounded capability development, providing a viable pathway for the intelligent transformation of software engineering education.

Keywords—Teacher-Student-Machine Collaboration, Project-Based Teaching, Full Software Engineering Lifecycle, AI-Empowered Teaching, Digital and Intelligent Teaching Platform

1 引言

项目化教学不再是一个局限于固定教室、以教师讲授和知识传递为主的封闭空间，而是演变为一个以素养发展为宗旨，以真实情境为载体，以驱动性问题

为引擎，以学生自主探究与合作学习为主要方式，跨越学科、时空与社会边界，并贯穿“教学评”一体化过程的开放性、实践性学习生态系统。

项目化教学的核心逻辑体现在三个方面：真实问题驱动让学习“意义化”——项目起点是真实的、富有挑战性的驱动性问题，学习因此从“为学知识而学”转变为“为解决问题而学”；“做中学”让知识“活态化”——颠覆“先理论后实践”的传统顺序，知识不再是静态的

*基金资助：本文得到 1.北京邮电大学 2025 年本科教育教学改革项目立项资助(2025ZD07) 2.北京邮电大学 2025 年研究生教改项目(2025YZ004) 3.2026 年北京邮电大学智慧课程建设项目(ZHKCBK2026012)的支持

*通讯作者：韩万江 hanwanjiang@bupt.edu.cn。

记忆对象，而是动态的思维工具；素养整合培育让成长“全景化”——完整的项目周期天然融合知识获取、能力锻炼与品格养成，实现多维素养的综合生成。

另外，人工智能（AI）技术，特别是大模型技术的快速发展，正深刻影响着各行各业，教育领域也不例外。软件工程作为一门实践性极强的学科，其教学模式和方法也面临着新的机遇和挑战。生成式人工智能的崛起，更是在全球范围内引发了教育领域的广泛关注和应用变革。

如何将生成式人工智能从“单点工具”提升为贯穿软件工程实践全过程的智能辅助机制，仍然是当前研究中的相对薄弱环节，也是软件工程教育智能化发展的重要一环。在软件工程教学实践中，学生在需求分析、概要设计、详细设计以及测试等阶段往往面临任务抽象、文档规范复杂、过程理解不清等问题，而教师在有限的教学资源条件下，难以及时对每一名学生的实践过程进行持续、细粒度的指导。这种重结果、轻过程的教学模式在一定程度上制约了学生对软件工程方法和工程流程的深入理解。

基于上述背景，本文围绕软件工程开发流程，提出一种“师-生-机器”协同的项目化教学模式，如图 1 所示。该模式中的项目化元素涵盖项目驱动、做中学与综合素养；教学模式依托数智化平台，融合智慧课程、AI 辅助平台及其他数字化系统；由此构建出涵盖课程内容、课程实施与课程评价三方面的特色课程模型。平台充分利用生成式人工智能在分析与生成方面的能力，将复杂的软件工程实践任务分解为多个可操作的子任务，通过智能化引导与工具链集成的方式，为学生在需求分析、设计建模、编码实现和测试验证等环节提供持续的智能化支持，并辅助生成符合规范的实践文档。平台能够为学生提供实践支持，提升学生在软件工程各阶段任务的执行效率，能够专注于高层次的思考和决策，推动软件工程教育”向“做中学”的项目化教学转型。

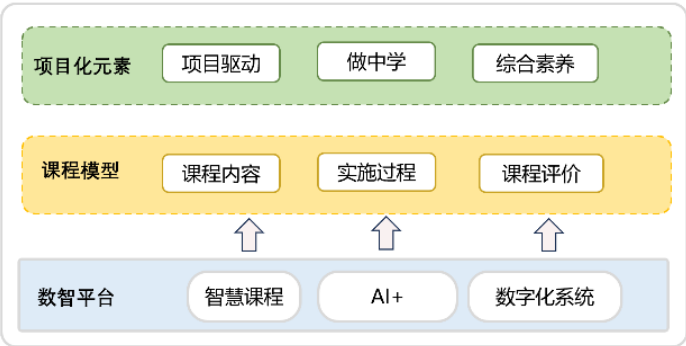


图 1 软件工程项目化教学体系

2 项目化教学元素

项目化教学模式通过 “项目驱动” 重构了教学内容的结构，通过人机协同的 “做中学” 革新了教学过程的方法，最终指向了 “综合素养” 的培养目标。它不仅顺应了数智化教学趋势，更通过创新的 “一体化协同实践模式” 和 “大模型能力评估模型”，为软件工程教育提供了一种面向未来的、可操作的范式。

2.1 项目驱动：从“知识传递”到“任务牵引”的范式转变

在传统教学中，项目往往被视为理论知识的“练习题”。而在此模式中，项目从辅助工具跃升为教学的核心引擎，具体体现在：

(1) 全生命周期的真实场景覆盖

项目不再是孤立的代码编写任务，而是完整映射软件工程全生命周期（需求分析、设计、开发、测试、部署、维护）的微缩工程。通过 “师生机协同”，项目任务被拆解为一系列相互关联的里程碑。学生在完成每个里程碑时，必须调用不同课程（如数据库、前端、后端、运维）的知识，从而实现专业课程的横向交叉融合。

(2) 大模型作为 “智能驱动引擎”

顺应数智化趋势，项目驱动有了新的内涵。大模型不再仅仅是辅助工具，而是作为项目的 “协同驱动力”，使 “项目驱动” 具备了个性化和自适应能力。

(3) 一体化协同实践模式的落地：

项目驱动打破了课程壁垒，构建了一个统一的软件工程实践场。学生在统一的项目背景下，不同小组负责不同模块，通过版本控制、持续集成等工业级工具链实现协同，真正模拟了工业界的项目协作模式。

2.2 做中学：从“被动接受”到“人机协同建构”的深度实践

“做中学” 在此模式中被赋予了数智化时代的新特征，即在实践中与智能体协同，在实践中建构知识。

(1) “师生机” 三元交互的实践场

- ① 师-生：教师角色从主讲者转变为引导者和架构师，负责设计实践路径、把控项目方向、组织复盘反思。
- ② 生-机：学生通过与大模型的互动来 “做”。例如，当遇到技术难点时，学生不再是直接搜索答案，而是通过与大模型的对话式交互，在 “提出需求-获得代码/建议-调试优化-反馈追问”

的循环中,不仅解决了问题,更学会了如何定义问题、如何利用 AI 工具进行知识建构。

③ 师-机:教师利用大模型分析学生提交的代码质量、项目进度数据,实现精准的教学干预,从经验教学转向数据驱动精准教学,极大提高了教和学的效率。

(2) 从“做一遍”到“做深一层”

由于大模型承担了部分基础代码生成和调试工作,学生得以从繁琐的语法细节中解放出来,将精力投入到更高层次的实践中,如系统架构设计、算法优化、非功能性需求(性能、安全)的考量。学生不仅动手“做”出了软件,更在做的过程中深度理解了“为何这么做”。

(3) 过程性评价的智能化实现

“做中学”的效果通过大模型时代的能力评估模型得以量化。系统能够全过程追踪学生在项目中的行为数据(如代码提交频率、问题解决路径、协作沟通记录),结合大模型对项目成果的智能评估,形成对实践能力的立体画像。

2.3 综合素养:从“单一技能”到“人机共生能力”的全面锻造

本模式培养的不仅是程序员,更是具备数智化生存能力的软件工程师,其综合素养体现在以下三个层面:

(1) 硬技能的系统化构建

通过覆盖全生命周期的项目,学生不再是零散地学习知识点,而是建立了完整的软件工程知识体系,形成了解决复杂工程问题的系统性思维。

(2) 数智时代的关键软技能

① 人机协作能力

这是本项目培养的核心素养。学生需要学会如何准确地向机器(大模型)表达需求,如何甄别、采纳和修正机器生成的代码,如何将 AI 作为平等的“团队成员”进行协作。这培养了未来工程师必备的 AI 领导力。

② 批判性思维与创新意识

在“师生机协同”中,学生需要不断判断大模型建议的合理性,这种“质疑-验证-优化”的过程,极大地锻炼了批判性思维。同时,由于机械性工作的外包,学生有更多时间和精力进行创新性设计。

(3) 一体化协同实践模式塑造的工程素养

该模式强调的“一体化”和“协同”,培养了学生的全局视野、团队协作、责任心。他们必须考虑自己编写的代码如何被他人调用,如何与团队其他模块集成,这有助于形成良好的代码规范意识、沟通协作精神和项目管理能力,这是卓越工程师不可或缺的工程素养。

3 软件工程一体化数智平台

智能化实践平台可以助力课程群协同实践过程,利用 AI 大模型,充分结合软件工程的独特性以及特定的提示工程方法,贯穿于需求分析、概要设计、详细设计、代码生成、软件测试以及项目管理等各个环节,实现了启发式、分步骤的精准辅助指导。通过运用软件工程定制项目文档模板技术、PlanUML、Jmeter 等前沿智能化工具,进一步提升了平台的针对性与实用性。这种深度整合不仅优化了软件工程的全流程管理,还构建了一条智能化的软件工程流水线,为高效、高质量的软件开发实践提供了坚实保障。

软件工程 AI 智能化平台赋能教学可以推动教学从“师生交互”向“师/生/机”深度交互转变,以智助教,以智助学。本平台实现多个国产模型的协同接入,为大模型的应用提供更广阔的空间和更多元化的实践场景。

软件工程一体化实践平台覆盖课程学习与项目实践两大环节。在知识学习方面,平台精心设计了基于知识图谱和案例学习的双路径学习模式,同时配备 AI 伴学功能,为学生提供个性化的学习支持。在实践环节,平台提供分步骤的详细指导,支持学生与智能平台实时互动并执行操作,提供了 AI 评判功能。

通过统一项目贯穿软件工程专业多(课程)知识模块实践,学生完成从需求分析、设计、编码实现、测试等软件开发,以及项目管理的一个完整项目任务,使学生对软件开发全流程有更深入理解。锻炼和提升学生对完整项目的实践能力、团队合作能力、解决复杂工程问题能力,培养学生系统能力,达到高质量培养应用型人才的教學目的,加快建设以数字化为支撑的高质量教育体系。通过全面实施覆盖软件工程全流程的项目实践,引导学生学以致用并提高工程实践能力和系统能力。实现了专业课程群的资源共享、协同教学,提高教和学的效率,体现了协同育人的宗旨。

4 师-生-机协同的项目化教学实施过程

项目化教学过程中需解决三个核心问题：实施内容——项目任务驱动；实施过程——师-生-机器协同

教学、小组探究、打破边界限制；实施评价——多种评价方式。

4.1 项目驱动

项目化教学模式中，学生将以团队形式，围绕科研项目子系统——“多源异构灾情管理系统（简称MSHD）”，开展涵盖软件项目管理、软件需求分析、软件设计、软件开发（含部署运行）、软件测试及软件过程改进等全流程实践活动，并根据各阶段要求提交相应的项目文档。

本教学模式充分体现了科教融合理念，将软件工程专业相关理论知识与实际科研项目相结合，引导学生在真实项目情境中完成软件工程全流程实践。通过本项目的实施，学生能够深入理解和切身体会软件工程全生命周期各环节的任务与衔接，从而有效提升其完整项目的实践能力、团队协作能力以及解决复杂工程问题的综合能力，最终实现培养高素质应用型人才的教学目标。

在项目化教学过程中，借助AI赋能，实现了师-生-机器协同教学。通过将AI技术贯穿于每个环节，确保了各阶段之间的高效衔接与信息流的自动流转。整个实践流程将复杂的软件工程任务拆解为需求分析、概要设计、详细设计、编码、测试等关键步骤，并为每个步骤提供了清晰的指令和模板，帮助学生循序渐进地理解并完成任务。每个步骤又细分为几个小环节，并确保这些环节之间相互关联，最终形成一个完整、系统的流程。

图2展示了一个基于AI辅助的完整软件开发流程，主要分为需求分析阶段、概要设计阶段、详细设计与编码阶段、测试阶段以及最终的系统交付阶段。在这个流程中，每个步骤都支持用户对AI生成的内容进行修改和确认，确保生成结果符合实际需求和质量要求后，才进入下一阶段。

4.2 项目化教学的实施

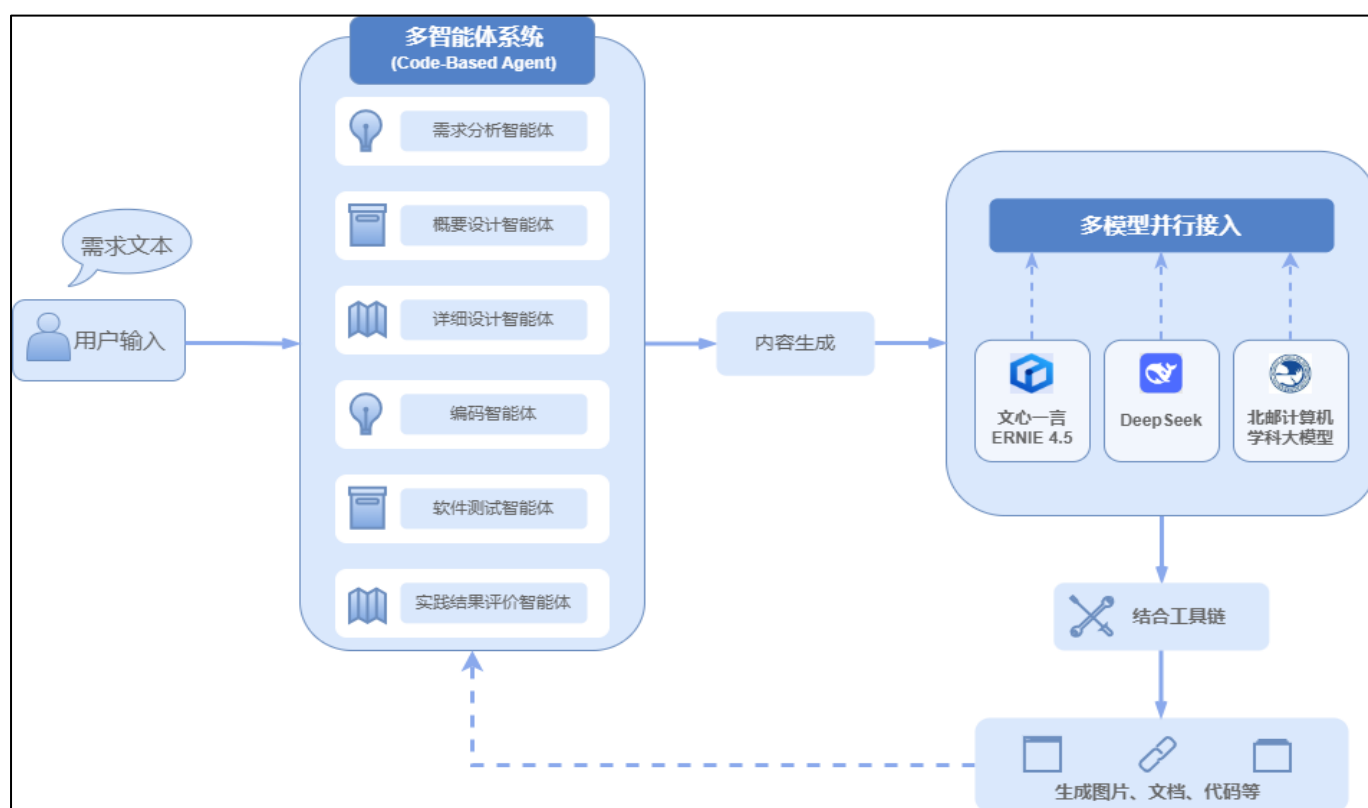


图2 软件工程全流程项目学习&实践

（1）基于知识图谱及项目案例的学习

学生通过智能化平台开展系统化学习，平台整合了课程群学习资源，涵盖软件工程相关的知识图谱、课程课件及典型实践案例等内容。系统内置覆盖软件

工程全生命周期的知识图谱模块，包含12个主题领域、1007个实体及1198条关系。同时，平台将项目案例贯穿于软件工程全周期，如图3所示。



图 3 基于图谱&项目案例的学习

(2) 基于项目实践

学生通过智能化平台完成软件工程实践。学生用户在平台中按照实践流程引导完成需求分析、设计、编码与测试等任务，并在各阶段用平台提供的结构化模板生成相应的软件工程实践报告。

平台以启发式、引导式、分步骤的方式辅助学生完成实践任务,实现了类似一对一辅导的效果,完美扮演了“助教”的角色。它能够协助学生高效完成需求分析、概要设计、详细设计、代码实现、软件测试以及项目管理等一系列工作,并自动生成相应的文档。通过阶段性成果的智能化输出,平台可以构建了一条智能化的软件工程流水线,充分满足了数智化教学的需求,为学生提供了高效的学习与实践体验。

在传统教学中，小组探究往往容易流于形式（如“搭便车”现象或简单的任务切割）。而在以“师生机协同”为特征的项目化教学中，小组探究被赋予了新的深度和形态：探究小组不再是单纯的“学生+学生”组合，而是进化为“学生+学生+AI智能体”的混合团队，发挥了角色的重塑、协作的深化、知识的深度融合等作用，培养高阶思维与集体智慧。

项目化教学的另一个显著优势在于其高度的灵活性与延展性，特别是在数智化工具的加持下，教与学的活动彻底摆脱了传统课堂的物理束缚。打破时空边界限制：从“封闭课堂”到“全场景泛在学习”

4.3 大模型时代的软件工程能力评估模型

一个完整的项目周期，天然融合了知识获取、能力锻炼与品格养成。在项目式课程中，将平时参与、汇报、最终成果和答辩综合计分。评价关注思维过程、

协作质量与迭代进步，真正发挥了促进学习、诊断发展的功能。

在基于师生机协同的项目化教学考核中，紧密结合大模型时代对软件工程专业能力的要求，参考中国软件工程知识体系标准及101计划中的软件工程模块，顺应大模型时代人才能力培养的变革趋势，对软件工程专业能力图谱进行优化改进，并对能力培养及要求指标进行权重化处理，全面精准评估学生在实践过程中的综合能力。软件工程12个核心能力涵盖：沟通能力、需求理解能力、数据设计能力、架构设计能力、接口设计能力、交互设计能力、代码构建能力、代码分析能力、软件测试能力、团队协作能力、项目管理能力、部署运维能力。

在大模型时代，AI较易取代的能力有沟通能力、需求理解能力、代码构建能力和交互设计能力；其次，数据设计能力、接口设计能力、代码分析能力和软件测试能力也存在一定被取代风险；而架构设计能力、部署运维能力、团队协作能力和项目管理能力则是AI最难取代的。针对这12个软件工程核心能力的一级指标和二级指标，我们制定了AI赋能的A、B、C、D四个等级，其中A级赋能效果最佳。对于AI赋能效果最差、难以驾驭的能力，正是我们要求重点加强的部分。基于此，我们确定了用于评价学生能力的评价模型，对学生的实践结果进行考核，以便能够全面且精准地评估学生在实践过程中的综合能力。

5 实施成效

基于师-生-机器协同的项目化教学实践取得了一定的成效。

第一，软件工程全流程实践。项目化教学全面覆盖软件工程全生命周期，学生完成同一项目的不同任务，涵盖需求工程、软件设计、开发、测试、部署等全生命周期实践，实现全景式学习软件工程知识体系。通过全流程、全栈技术的实践，全方位锻炼学生的完整项目实践能力、团队协作能力以及解决复杂工程问题的能力。表 1 展示的 2025 年调查结果，显示学生软件工程能力有显著提升。

表 1 实践能力提升调查表

项	问题内容	结果
1	没有提升	0%
2	有一定提升	28.2%
3	有较大提升	38.5%
4	有很大提升	33.3*

表 2 AI 平台作用调查结果

项	问题内容	结果
1	没有帮助	2.5%
2	一般帮助	23.1%
3	较大帮助	50%
4	很大帮助	24.4%

第二，专业课程知识的协同。突破传统课程间的壁垒，以统一项目为纽带整合多课程知识模块，实现有机协同，构建系统化的软件工程知识体系。这不仅

提升学生综合运用知识的能力，还加深学生对软件工程理论的理解，助力培养高质量应用型人才和卓越工程师，达成了教学目标。

第三，AI 技术赋能实践教学。顺应数智化教学发展趋势，本模式依托智能化辅助实验平台，支持课程群协同实验的开展，推动教学模式向“师生-机”深度交互转变，实现以智助教、以智助学，积极探索智能化时代应对软件工程技术发展的新路径。图 9 展示的 2025 年调查结果，表明 AI 平台对教与学具有显著促进作用。

第四，大模型时代软件工程专业能力评价模型。提出了大模型时代软件工程专业的能力评价模型，深入探讨智能化时代软件工程教学的发展方向。通过 AI 赋能教学过程，帮助学生更好地适应未来技术变革，显著提升教学的先进性和前瞻性。

6 结束语

基于师生机协同、以项目驱动模式为核心、实践为导向的教学模式，全面覆盖了软件工程全生命周期的核心知识模块，实现软件工程专业课程交叉融合，培养和锻炼学生全面技能，提高教和学的效率。同时，顺应数智化教学的发展趋势，本文创新性地提出软件工程一体化协同实践模式和大模型时代的能力评估模型。

后续我们还将通过多次教学实践、反馈与改进，不断积累经验并优化教学模式。通过构建智能化、个性化、多元化的实践教学新模式，打造基于 AI 大模型的软件工程实践教学平台，推动软件工程教学的智能化转型，为软件工程教育领域提供借鉴与参考。

参考文献

- [1] Chiu T K F. The impact of Generative AI (GenAI) on practices, policies and research direction in education: A case of ChatGPT and Midjourney[J]. Interactive Learning Environments, 2024, 32(10): 6187-6203.
- [2] Becker B A, Denny P, Finnie-Ansley J, et al. Programming is hard-or at least it used to be: Educational opportunities and challenges of ai code generation[C]//Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1. 2023: 500-506.
- [3] Nguyen -Duc A, Cabrero -Daniel B, Przybylek A, et al. Generative artificial intelligence for software engineering—A research agenda[J]. Software: Practice and Experience, 2025, 55(11): 1806-1843.
- [4] Yetiştiren B, Özsoy I, Ayerdem M, et al. Evaluating the code quality of ai-assisted code generation tools: An empirical study on github copilot, amazon codewhisperer, and chatgpt[J]. arXiv preprint arXiv:2304.10778, 2023.
- [5] 韩万江, 张笑燕, 陈珑峥, 等. AI 大模型背景下基于项目驱动的专业课程群协同教学实践——以软件工程专业为例[J]. 软件导刊, 2025, 24(11): 15-22.
- [6] 韩万江, 张笑燕, 陈珑峥, 等. 基于软件工程全流程的项目驱动式课程实验教学[J]. 计算机技术与教育学报, 2023(11), 2023.12.