

云端平台赋能的工程硕士产教融合在线实践课程创新研究

杜同春 徐琳

安徽师范大学计算机与信息学院, 芜湖 241002

摘 要 针对工程硕士培养中课程与产业脱节、实践环境虚拟化、产教协同流于形式的问题, 分析传统在线课程难以支撑深度产教融合的瓶颈, 提出构建“内容-师资-环境”三位一体深度融合的工程硕士在线实践课程模式的观点, 介绍融合云原生等技术重构课程内容、搭建 Kubernetes 云端平台、推行校企双师协同的教学实践, 说明该模式显著提升学生学习投入度与工程实践能力, 为同类课程产教深度融合提供了可复制的实践样板。

关键词 产教融合, 工程硕士, 在线实践课程, 云端实验平台, 校企双师

Research on Industry-Education Integrated Online Practical Courses for Master of Engineering Empowered by Cloud Platform

Tongchun Du Lin Xu

School of Computer and Information
Anhui Normal University,
Wuhu 241002, China
tcd@ahnu.edu.cn
linxu@ahnu.edu.cn

Abstract—In response to the problems of the disconnection between course content and industrial frontiers and the limitations of practical teaching environments in the cultivation of Master of Engineering, this paper analyzes the bottlenecks that traditional online courses are difficult to support in-depth industry-education integration, and expounds the viewpoint of constructing a new online course model featuring "collaboration between university and enterprise double mentors, empowerment by cloud environment, and penetration of real projects". Taking the course Modern Software Development Technologies and Tools as an example, it introduces the content restructuring based on cloud native, data middle platform and other industrial technology stacks, and the implementation of blended teaching practice with enterprise experts giving online lectures as the main part and university tutors conducting the whole-process management. The teaching effect shows that this model has significantly improved students' learning engagement, technical mastery and practical confidence, with the average score of course evaluation reaching 94.7 and the excellent rate of projects being 35.2%, which effectively enhances their industrial adaptability.

Keywords—Industry-education Integration, Master of Engineering, Online Practical Course, Cloud Experimental Platform, University-enterprise Double Teachers

1 引 言

***基金资助:** 本文得到安徽省质量工程项目 2024jyxssfk009、安徽省教学研究项目 2024jyxm0101、全国高等学校计算机教育研究会 CERACU2025SC113 及安徽师范大学课程思政示范项目《移动应用开发实践》资助。

***通讯作者:** 杜同春 tcd@ahnu.edu.cn。

在线教育已成为工程类专业高层次人才培养的重要支撑, 但其在工程实践能力培养中仍面临实践场景虚拟化、动手机会不足、知识与产业应用脱节等现实困境, 难以满足新一代信息技术背景下, 产业对工程硕士系统思维、智能工具使用与复杂工程问题解决能力的高要求^[1-3]。云原生、微服务架构、数据中台等

技术的快速迭代，进一步拉大了高校工程硕士课程教学与产业实际需求的差距^[4]。

当前高校工程硕士培养存在双重矛盾：一是企业实习与校内理论学习在时空、内容上的割裂，学生知识储备滞后于产业技术发展；二是传统校内实践课程受实验环境、师资工程经验限制，难以模拟企业级复杂技术栈与真实项目压力^[5]。尽管在线教育为资源共享提供了可能，但多数在线工程类课程仍偏重理论传授，存在“实践弱化”和“产学脱钩”的双重缺陷^[6]。

为此，本文以安徽师范大学《现代软件开发技术与工具》课程为研究对象，采用教育设计研究范式，通过“设计-实施-评估-迭代”循环，构建“校企双师协同、云端环境赋能、真实项目贯穿”的在线实践课程新模式^[7,10]，探索在线教育支撑工程硕士深度产教融合与核心实践能力培养的有效路径^[1,12]，为计算机类工程硕士在线实践课程建设提供理论参照与实践样板^[13,14]。

2 在线工程实践教学的困境与理论支撑

2.1 产教融合下在线工程实践教学的核心困境

新一轮科技革命推动软件工程领域技术生态重构，云原生、DevOps、数据中台等成为产业数字化转型的核心驱动力^[7]，但高校工程硕士在线实践教学未能实现同步升级，核心困境体现在三方面：

首先是内容与产业脱节：课程内容更新滞后，仍以传统工具与理论为主，缺乏产业前沿技术与真实项目案例的融入，学生所学知识难以直接对接企业岗位需求^[1,3]；

其次是实践环境虚拟化：现有在线实践平台多为简化版仿真环境，未复刻企业级技术栈与项目开发流程，学生仅能完成基础操作，无法形成工程化思维与复杂问题解决能力^[11,14]；

最后是产教协同浅层化：校企合作多停留在“企业专家单次讲座”层面，缺乏制度化的协同教学机制，产业智慧难以系统化、全程化注入教学流程，评价体系也未与产业标准深度对接^[7,10]。

2.2 在线实践课程建设的理论基础

本研究以情境学习理论和活动理论为核心理论支撑，为在线实践课程模式构建提供理论依据：

(1) 情境学习理论：强调学习是在真实或仿真的实践情境中通过“合法的边缘性参与”实现的，要求课程设计复刻企业真实项目场景，让学生在解决实际工程问题中建构实践能力^[8]；

(2) 活动理论：关注工具中介下的活动系统构建，认为学习是主体、客体、工具相互作用的结果，为本研究中云端实验平台、在线协作工具的设计与应用提供理论支撑，通过技术工具将抽象的工程技术原理转化为可操作、可观察的实践体验^[9]。

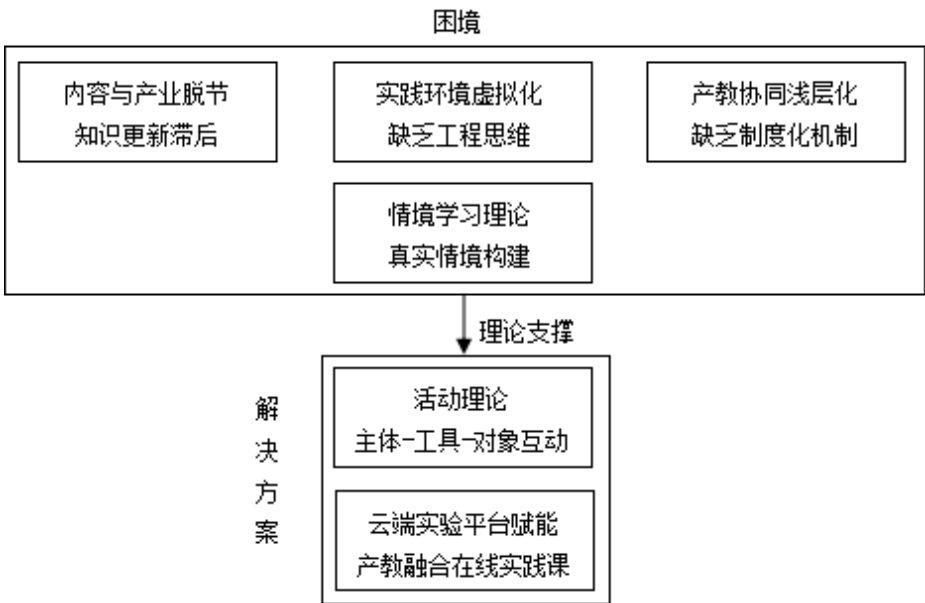


图 1 产教融合在线实践课程困境与理论支撑框架

2.3 研究框架：三方协同的能力建构模型

如图2,本模型以能力建构为核心,通过高校教师、

企业专家、在线平台的协同联动^[10,13],实现“内容-师资-环境”的深度融合,最终达成工程硕士产业适配能力与工程实践能力的双重提升^[12,14]。

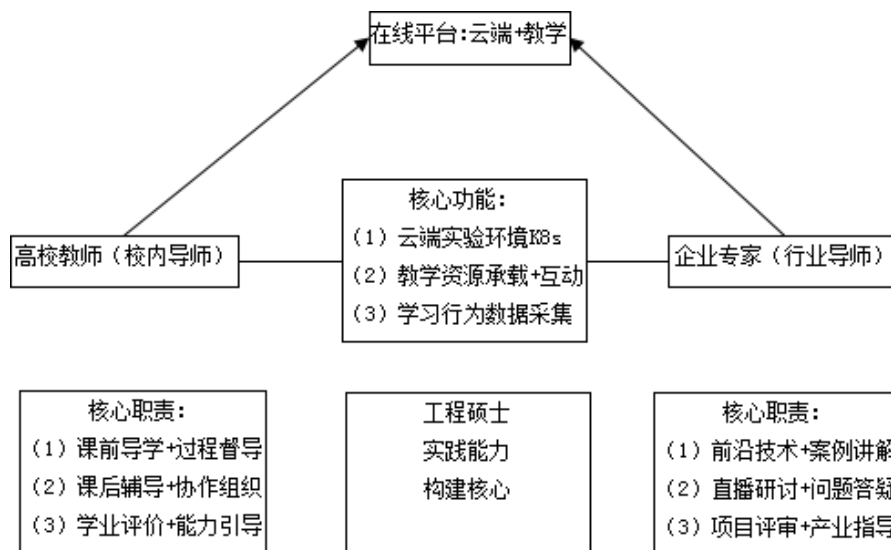


图2 三方协同的工程硕士在线实践课程能力建构模型

3 课程模式构建与实施

本研究采用教育设计研究方法,历经2023.09-2025.06两轮完整的“设计-实施-评估-修订”循环,以安徽师范大学计算机与信息学院2023、2024届电子信息专业工程硕士(共计170人)为研究对象,依托学校Moodle教学平台与自研云端实验平台开展4周课程教学,总学时32学时(录播22学时+直播答疑6学时+自主实践4学时)。每轮教学结束后,通过平台行为数据分析、问卷调查、深度访谈等方式收集反馈,优化课程内容与实施流程,如首轮后增加“云原生安全”实验模块,第二轮强化综合项目的企业盲审环节^[10,13]。

3.1 内容融合：以产业生命周期为核心的课程重构

摒弃传统软件工具书式的知识点罗列,以企业级应用全生命周期为主线,结合阿里云、杭州如洋科技等企业的实战案例与技术文档,重构课程内容体系,突出产业前沿性与工程实践性^[1,7],设置四大核心模块,各模块均以“理论讲解+案例分析+实战操作”为教学逻辑,实现知识与应用的深度融合^[14,15],具体设计如表1所示,各模块之间的逻辑关系如图3。

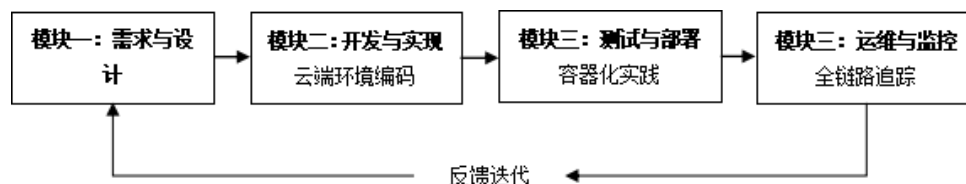


图3 基于产业生命周期的课程内容重构模型

3.2 重构师资融合：校企双师制度化协同教学机制

创立“企业专家主讲+校内导师全程管理”的双师协同线上教学模式,明确双方分工与协同流程,实现产业实战经验与高校教学规律的深度融合,打破企业专家“零星参与”的传统困境,具体分工如下:

(1)企业专家:由杭州如洋科技有限公司云原生、数据中台架构师(5年以上企业一线开发经验)担任,

承担70%学时教学任务,通过高清录播课讲解核心技术、产业案例与实战操作,每周1次直播开展专题研讨、问题答疑与项目指导,参与课程评价与项目盲审;

(2)校内导师:负责课前导学(发布学习任务、预习资料、梳理知识框架)、课中过程督导(监控学习进度、组织线上协作、解答基础问题)、课后辅导(一对一答疑、指导实践任务、梳理知识体系),并与企业专家每周开展1次线上教研,同步学生学习情况,优化教学安排。

3.3 环境融合：基于 Kubernetes 的云端仿生产实践平台

开发并部署基于Kubernetes的云端虚拟实验平台，破解个人电脑性能不足、环境配置复杂、实践场景与产业脱节的瓶颈，打造与产业界高度一致的在线实践环境，如图4所示，平台核心特征包括：

（1）产业级技术栈预置：平台内置与企业同步的中间件（Nginx、Redis）、数据库（MySQL、Hive）、开发框架（SpringCloud、Docker）及监控工具（Prometheus、Grafana），学生通过浏览器即可远程访问，无需本地配置，直接开展全流程实践操作；

（2）全流程实践支撑：支持从容器编排、服务部署、系统开发到监控运维的全流程实践，复刻企业真实开发流程，让学生体验完整的工程实践环节；

（3）个性化实践空间：为每位学生分配独立的实践空间，支持自由调试、反复操作，同时提供实验操作日志与错误提示，助力学生自主解决问题；

（4）在线协作功能：搭建线上协作模块，支持学生组队完成综合项目，实现代码共享、实时沟通、任务分工，培养团队协作能力。

表 1 基于企业级应用生命周期的课程内容重构

课程模块	核心内容	产业实践要点	实践任务
模块一：云原生基础与 DevOps 流水线	Docker/K8s 核心操作、DevOps 流程设计、持续集成 / 持续部署	产业级容器编排、流水线自动化部署	搭建基础 DevOps 流水线，完成项目自动化部署
模块二：微服务架构设计与 SpringCloud 实战	微服务拆分原则、SpringCloud 核心组件、服务注册与发现	企业级微服务架构设计、服务治理	设计并实现多节点微服务系统
模块三：大数据平台与数据中台架构	大数据处理流程、数据中台搭建、数据建模与分析	产业数据中台的设计思路与落地方法	完成简易数据中台的搭建与数据处理
模块四：技术演进与综合项目实践	多技术栈融合应用、项目架构优化、工程化文档撰写	企业真实项目的开发流程与协作规范	基于产业需求完成综合项目的设计、开发与部署



图 4 基于 Kubernetes 的云端仿生产实践平台架构

4 多源数据下的模式成效分析

为全面、客观评估课程模式实施效果，本研究从学习过程投入度、实践能力达成度、学习体验与认同度三个维度，整合平台行为数据、项目绩效数据、问

卷调查数据、深度访谈数据等多源数据，采用量化分析与质性分析相结合的方式开展评估，其中量化数据采用SPSS 26.0进行统计，质性数据采用主题编码法分析。

4.1 学习过程投入度分析

表 2 学习过程投入度核心指标对比 (N=170)

评价指标	本课程	其他专业课程	提升幅度
视频学习完成率	91.5%	75.0%	22.0%
实验平台主动操作次数 (人均)	23.7 次	8.0 次	196.3%
讨论区人均发帖数	5.2 条	2.0 条	160.0%

对 2023、2024 届 170 名学生的 Moodle 平台与云端实验平台日志数据进行分析,并与同期其他线上专业课程(非产教融合模式)进行对比,结果显示本课程学生学习投入度显著高于对照课程,核心指标对比见表 2。

从细分数据来看,企业专家出镜的产业案例讲解视频回看率达 82.3%,显著高于纯理论讲解视频(45.6%),表明产业真实案例能有效激发学生学习兴趣;65.8%的学生在课后进行了额外的探索性部署测试,远超课程基础要求;讨论区中针对企业专家直播内容的提问帖占 40%,且多为项目实践中的实际工程问题,表明产教互动有效激发了学生的深层次思考,实现了从“被动学习”到“主动探究”的转变。

4.2 实践能力达成度分析(绩效与问卷数据)

(一) 项目绩效表现

两轮课程共收到学生高质量综合项目作业 162 份,采用校企双师共同制定的产业标准评分量表(涵盖架构合理性、代码质量、部署文档、创新性、产业落地性 5 个维度)进行盲审,结果显示:项目优秀率(85 分以上)达 35.2%,其中 12 份项目设计方案获得企业专家直接认可,可直接应用于企业轻量级项目开发,充分验证了学生实践能力与产业需求的适配性。

(二) 技能迁移与实践自信

课程结束后对 170 名学生开展问卷调查(回收有效问卷 165 份,有效回收率 97.1%),结果显示:86.5%的学生能独立在云端部署一个简单的微服务模块,78.4%的学生表示“对参与企业真实数据平台开发项目有信心”,92.1%的学生认为“通过课程学习掌握了产业前沿的云原生、微服务技术,弥补了与企业需求的差距”,表明课程有效实现了学生工程实践能力的提升与技能的产业迁移。

4.3 学习体验与认同度分析

(一) 课程满意度评价

两轮学生期末匿名评教平均分为 94.7(满分 100),显著高于学校同期研究生线上课程平均评教分(86.2)。问卷调查采用 5 点量表(1=非常不满意,5=非常满意)

对课程核心环节进行评价,结果显示:学生对课程内容前沿性、企业专家授课价值、云端实验环境实用性三项的满意度均值分别为 4.62、4.58、4.65,均高于 4.5,充分认可课程的产教融合设计与实践效果。

(二) 访谈反馈

对 12 名不同学习水平的学生进行深度半结构化访谈,通过主题编码提炼出三大核心积极反馈,同时收集到针对性改进建议:

(1) 核心积极反馈:①“课程内容与企业实际接轨,消除了对产业前沿技术的陌生感,为后续企业实习打下了坚实基础”;②“云端实验平台无需配置环境,能直接开展实战操作,有效提升了动手能力”;③“双师模式兼顾理论深度与实战经验,企业专家的答疑能精准解决项目中的实际工程问题”;

(2) 改进建议:①部分前沿概念(如云原生高可用设计)讲解偏快,建议增加基础讲解视频;②可丰富综合项目的产业场景类型,满足不同职业规划学生的需求。

4.4 模式有效性的核心归因

本研究构建的“内容-师资-环境”三位一体融合的在线实践课程模式,有效破解了传统在线课程实践弱化、产学脱钩的问题,其核心有效性体现在三方面:

(1) 深度融合的课程设计:并非对内容、师资、环境的单点改进,而是将三者有机整合,构建了高度逼近真实产业实践的学习生态系统,让学生在在线环境中实现“做中学、学中用”;

(2) 技术赋能的实践环境:基于 Kubernetes 的云端实验平台作为关键中介工具,将抽象的工程技术原理转化为可操作、可观察的具身体验,是线上教学实现实践性的核心技术突破口;

(3) 制度化的双师协同:通过明确的分工与常态化的教研机制,保证了产业智慧系统化、全程化注入教学流程,让学生既掌握理论知识,又具备实战能力,实现理论与实践的深度融合。

该模式的实践效果与情境学习理论、活动理论的核心观点高度契合,验证了在线教育实现工程硕士深度产教融合与实践能力培养的可行性。

5 结语

5.1 研究结论

本研究以《现代软件开发技术与工具》课程为例,构建并验证了“校企双师协同、云端环境赋能、真实项目贯穿”的工程硕士在线实践课程新模式,通过两轮教育设计研究实践得出以下结论:

首先,以企业级应用生命周期为主线的课程内容重构,能有效解决课程与产业脱节问题,让学生掌握产业前沿技术,实现知识与产业需求的精准对接;

其次,校企双师制度化协同教学机制,能整合产业实战经验与高校教学规律,为学生提供理论与实战双重指导,有效提升教学质量;

再次,基于Kubernetes的云端仿生产实践平台,能破解在线实践环境虚拟化问题,为学生提供与产业一致的实践场景,显著提升学生动手能力与工程化思维;

最后,该模式能显著提升学生的学习投入度、工程实践能力与产业适配性,课程各项评价指标均优于传统在线课程,是在线教育支撑工程硕士产教深度融合的有效路径。

5.2 研究不足与未来展望

本研究虽取得显著教学效果,但仍存在一定不足:研究样本仅为安徽师范大学电子信息专业工程硕士,在其他高校、其他计算机类专业(如计算机技术、软件工程)的适用性仍需验证;未对学生进入企业后的长期表现进行追踪,缺乏课程对学生职业发展影响的长期实证数据。

未来研究将从三方面展开:一是扩大研究样本,与多所高校合作,在不同计算机类专业工程硕士中验证该模式的有效性,形成可复制、可推广的实践方案;二是开展长期追踪研究,分析课程学习对学生企业岗位适应能力、职业发展的影响,完善模式的效果评估体系;三是融合学习分析技术,对学生云端操作行为进行精细化分析,实现个性化教学反馈与学习路径推荐,进一步提升课程的智慧化水平。

参考文献

- [1] 董敏,毛爱华,毕盛,等. AI 赋能+通专融合+产教融合的C++编程基础课程教学探索[J]. 计算机教育, 2025, 2:60-65.
- [2] 谭貌、段斌、周彦、旷怡. 面向产出落实工程教育认证标准的院系机制与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2023, 11(5), P16-20.
- [3] 杨凯,付正,曹惠珍,等. 云原生技术在计算机实践课中的教学应用[J]. 电脑知识与技术, 2025, 21(30):96-99.
- [4] 阿里云. 云原生架构白皮书[R]. 2023.
- [5] 王战军, 乔刚. 大数据驱动的教育研究新范式[J]. 北京大学教育评论, 2018, 16(1):7.
- [6] 祝智庭,等. 后疫情时期教育数字化转型的方向与生态构建[J]. 电化教育研究, 2022, 43(1):13-21.
- [7] 全宣文,杨柳青. 数字化转型如何赋能职业教育产教融合——基于首轮“双高计划”56所建设院校的面板数据分析[J]. 中国高教研究, 2025, (07):17-23.
- [8] 甘宜涛. 基于情境学习理论的工程硕士工程实践教学体系构建[J]. 研究生教育研究, 2023, (06):46-51+62.
- [9] 王广新, 王艳艳. 活动理论视域下在线协作学习活动设计与应用[J]. 中国电化教育, 2022(9):102-109.
- [10] 陈维亚,袁子越,方晓平. 基于社会交换理论的专业学位研究生校企联合培养机制研究——以轨道交通运输专业为例[J]. 教育教学论坛, 2025, (34):13-16.
- [11] 张宇,李刚,王鹏. 基于Kubernetes的计算机专业云端实践平台建设[J]. 计算机教育, 2024(8):156-160.
- [12] 陈彬,赵刚,王丽. 基于分层教学的软件工程硕士实践能力培养模式[J]. 计算机教育, 2023(12):67-71.
- [13] 陆建勋,程涛,杨明热,等. 校企共建课程研究与实践[J]. 教育教学论坛, 2024(12):107-110.
- [14] 冯志芳,张晶晶,张慧艳,等. 实践类课程线上线下混合式教学的实践与思考[J]. Advances in Education, 2025, 15:987-995.
- [15] 梁潇. 在线教育在高等教育中的应用及挑战应对[J]. 现代职业教育, 2024(21):141-144.