

面向新工科创新人才培养的实践教学设计

张 华, 张 森, 初佃辉, 张 策, 涂志莹, 张维刚

(哈尔滨工业大学(威海) 计算机科学与技术学院, 山东 威海 264209)

摘 要: 面向新工科创新人才培养, 构建专业交叉—课程贯通—任务驱动的实践教学体系, 融合多源在线实践教学平台, 设计层次化的实践内容体系, 创新改革考核方式, 创建一个全方位、敏捷的实践创新环境, 以解决制约实践教学中的一些难题, 如学科交叉弱、大规模实践开展时空受限、实践内容序列化—层次化—阶梯性、学生主动参与和创新不足、实践过程管理陈旧等问题。哈尔滨工业大学的教学实践表明, 实践教学在赋能新工科建设和创新人才培养方面发挥了切实有效的作用。

关键词: 新工科; 创新人才; 实践教学; 多源融合; 实践平台

DOI: 10.11907/rjtk.221910

中图分类号: TP311.5

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

文章编号: 1672-7800(2024)008-0068-04



Practical Teaching Design for the Cultivation of Innovative Talents Facing Emerging Engineering

ZHANG Hua, ZHANG Miao, CHU Dianhui, ZHANG Ce, TU Zhiying, ZHANG Weigang

(Department of Computer Science and Technology, Harbin Institute of Technology(Weihai), Weihai 264209, China)

Abstract: For the cultivation of innovative talents in new engineering, through the construction of a practice teaching system of specialty crossing course linking project driving, the integration of multi-source online practice teaching platform, the design of hierarchical practice content system, and the innovation and reform of assessment methods, an all-round practice innovation environment is established to solve some problems restricting practice teaching, such as weak discipline crossing, time and space constraints for large-scale practice, practice contents are serialized, hierarchical, stepped, lack of active participation and innovation, and the practice process management is obsolete. The teaching practice of Harbin Institute of Technology has proved that, practice teaching will play a practical and effective role in empowering the construction of new engineering courses and cultivating innovative talents.

Key Words: new engineering; innovating talents; practical teaching; integration of multi-source; practice platform

0 引言

当前,在新一轮产业革命推动下,新技术、新产业与新业态层出不穷,新工科建设正是在这样的历史背景下应运而生。2017年以来,我国高校主动作为,开展新工科建设,以应对经济社会的新一轮变革^[1-3]。教育部在新工科建设上持续发力,相继推动“复旦共识”^[4]、“天大行动”^[5]、“北

京指南”^[6]和“新工科‘Π型’方案”^[7]。以新思想引领新工科发展,以新工科建设为重要突破口,发展新兴工科专业,改造升级传统工科专业,推进“产学研协同育人项目”,引领我国新一轮高等教育改革,目的是建立一批跨学科、跨界的新工科专业,升级改造一批传统的工科专业,以新工科的新理念与新模式着力培养一批信念执著、品德优良、知识丰富、本领过硬,且具有国际视野的拔尖创新人才,如新工科科技人才与研发人才、新兴产业人才、卓越工

收稿日期:2023-08-14

基金项目: 山东省本科教学改革研究项目(M2021231);山东省本科教学改革研究项目(P2020007);教育部产学研协同育人项目(202102170025);教育部产学研协同育人项目(202002001015);哈尔滨工业大学本科教育教学改革研究项目(XJG2021026);哈尔滨工业大学(威海)教育教学研究项目(WLJSKC202102)

作者简介: 张华(1978-),男,哈尔滨工业大学(威海)计算机科学与技术学院副教授,研究方向为计算机教育、服务计算、网络协同制造与服务技术;张森(1979-),女,哈尔滨工业大学(威海)计算机科学与技术学院副教授、硕士生导师,研究方向为有效教学、密码学及其应用;初佃辉(1969-),男,哈尔滨工业大学(威海)计算机科学与技术学院教授、博士生导师,研究方向为服务计算与软件服务工程、网络化协同制造与服务技术、智慧教育。本文通讯作者:张华。

程师人才与工程领军人才、交叉复合型人才、国际竞争人才、可持续竞争人才等。

近年来,国际工程教育也发生了深刻变化,改革趋向于提升以工程技术创新为核心的多元化综合能力。美国斯坦福大学在“Stanford2025”计划中提出了“开环大学(Open Loop University)”,通过自定义学习节奏、轴翻转方式和目标性学习等举措以强化能力培养,实现目标导向学习^[8]。麻省理工学院启动了“新工程教育转型N E E T计划”,旨在培养能够引领未来产业界和社会发展的工程领军人才^[9]。佐治亚理工学院的“设计未来2035战略规划”致力于培养具有创新创业精神的优秀人才^[10]。同时,欧洲英德法日韩等国都在积极探索工程教育改革,面向未来培养工程人才^[7]。

新工科的教育方式具有显著的实践性特色,对学生的工程能力和创新能力具有较高要求^[11]。因此,实践教学在赋能新工科建设和拔尖创新人才培养中起着承上启下的作用。但是,如何充分发挥实践教学中学生主体作用,提高学生对复杂问题的求解能力、实际应用能力以及构建支持交叉跨界、鼓励创新的实践平台,提升学生参与实践的自主性和开放性,仍是目前实践中值得进一步深入研究的问题。

本文以“计算机+”作为牵引,构建“专业交叉融合—课程贯通—任务驱动”的实践教学体系,设计多源融合的在线实践教学和科创竞赛平台,支持单点登录、注重交叉实践和协同交互,可提供便捷的在线实践体验,紧密结合科技创新项目和科创竞赛项目,突出培养学生的问题抽象能力、系统设计与分析能力以及创新能力^[12]。本文研究对于培养基础扎实、动手操作能力强、创新素质高的交叉实用型拔尖人才具有重要理论和现实意义。

1 面向创新人才培养的实践教学构成要素

实践教学体系设计、实践平台、内容规划以及考核机制是做好实践教学的关键要素。如图1所示,为了培养学生从问题到项目研发过程中,解决复杂问题的能力和创新意识以及团队合作能力,哈尔滨工业大学(威海)结合新工科的拔尖人才需求,以“知识→能力→交叉→创新”为主线,设计了“专业交叉—课程贯通—任务驱动”的实践教学体系,建立鼓励创新的实践教学考核机制,融合头歌、华为开发者学堂、蓝桥云课、百度松果学堂等多个大规模在线实践教学平台。在加强实践教学管理的基础上实现充分互动,包括优质实践资源众包、优秀案例评选、疑难解答与互动交流;注重质量检查,包括代码和报告查重;支持课程设计、毕业设计、企业实训、创新项目、科技立项、科创比赛等多门类实践教学和创新比赛等层次化实践教学内容体系。

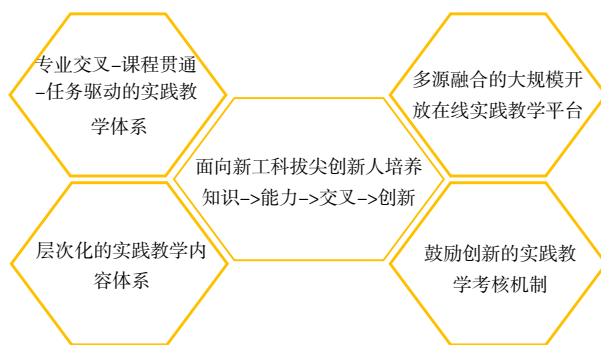


Fig. 1 Elements of practical teaching

图1 实践教学构成要素

2 “专业交叉—课程贯通—任务驱动”的实践教学体系构建

如图2所示,结合新工科的实践特色和创新人才培养需求,以知识学习、问题求解和创新思维为引领,将实践课程分为三大系列,分别为基础搭台实践课、核心专业实践课、高阶交叉实践课,突出实践教学的交叉性和贯通性。将实践内容分为应用型实践、复合型实践和创新型实践,突出实践内容的层次化和递进性。

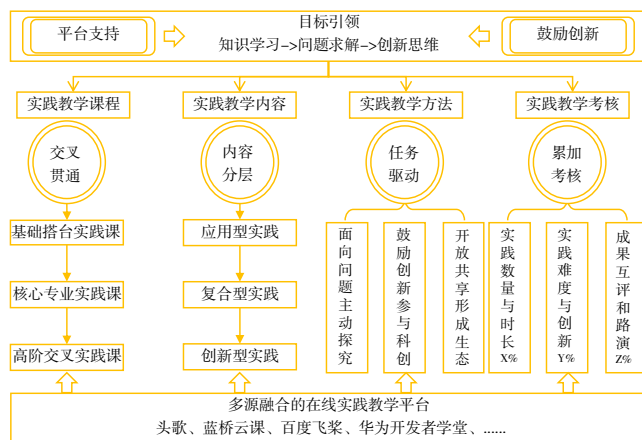


Fig. 2 Practical teaching system

图2 实践教学体系

开展任务驱动的实践教学方法,整合头歌、百度飞桨、蓝桥云客等多种在线实践教学平台上的开放资源,建立一个面向问题、鼓励创新、打造生态的实践教学体系。通过面向问题、主动探索的方法,将实践教学从以基本知识学习为主转变为以问题求解为主,促使学习者主动探究各实践任务的解决方案。同时,鼓励学习者参加各在线实践教学平台上的软件创新大赛、各种问题求解擂台赛、ACM大赛、大学生物联网大赛、高校人工智能大赛、百度之星、蓝桥杯等各类科创比赛。这些比赛水平高、涉及不同领域、能够开阔视野,是新工科背景下创新人才培养的好渠道。此外,在线实践教学平台具有开放共享的天然优势,能够开展不同层面不同规模的交流互动,实践过程中遇到的各种问题,都能够通过碰撞得以矫正、丰富、加深和系统解决。累加式的考核既支持自动化在线评测,也支持创新成

果互评和路演答辩,对各种实践任务按照时长、数量、难度与协同创新等指标进行打分。

3 鼓励创新和交叉的考核体系设计

创新的实践教学体系,需要配套的考核方式以激发学生大胆实践与创新,因此改革考核方式尤为必要。为了使学生不同水平的学生都能在各层次实践项目和科创比赛中担负起相应工作,促进学生之间的交流和协作,提高学生的动手能力,培养学生的创新意识,设计了如图3所示的考评体系。

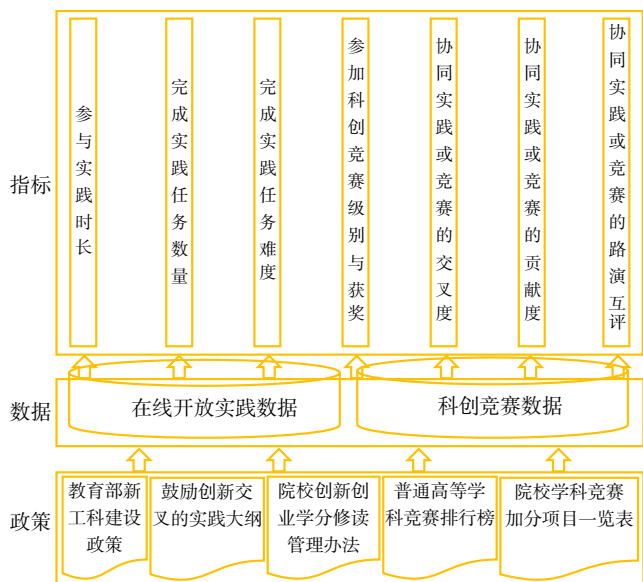


Fig. 3 Design of assessment system encouraging innovation and intersection

图3 鼓励创新和交叉的考核体系设计

(1)政策鼓励。新工科背景下,国家和各院校都出台了相应的创新创业学分管理办法和学业加分政策,并设置了各类创新比赛和产学研合作协同育人项目,鼓励广大教师和学生参与其中,这为建立一套注重交叉能力培养和鼓励创新的考评体系提供了依据。

(2)数据支持。各类在线实践平台和科创赛事平台中记录了学习者参加实践、科创竞赛的过程和结果数据,通过对这些数据的收集,以及教师在实践教学中所组织的优秀作品的路演和互评,为考核指标的抽取提供了数据支持。

(3)形成指标。实践数据赋能考核指标建立,这些数据覆盖过程、结果和创新3个层面的指标,具体可以抽取参与实践时长、完成实践任务数量、完成实践任务难度、参加科创竞赛级别与获奖、协同实践或竞赛的交叉度、协同实践或竞赛的贡献度、协同实践或竞赛的路演互评等核心指标。

政策、数据、指标一脉相承,是培养基础扎实、交叉能力强的创新人才的实践教学指南,有利于激发广大学生勇

于参与实践和创新的热情。

4 多源融合的在线实践教学平台建立

新工科技创新人才培养需要构建课、赛、研、创有机协同、生态完善的在线实践平台。如今,大规模开放在线实践教学(Massive Open Online Practice, MOOP)在计算机等领域受到了前所未有的重视,涌现出了头歌、百度飞桨、蓝桥云课、华为开发者学堂等实践教学平台。这些平台覆盖了课程实践、项目实践、科创比赛以及面向实习就业的实训等不同层次的实践内容,有的注重夯实基础,有的注重交叉创新,而且门类齐全,实践教学生态较为完整,学习者在其中都能够找到适合自己的实践内容,并进行充分的互动和交流,有的平台还支持根据不同需求定制化设置实践教学内容。

因此,构建一个支持单点登录的门户,将这些多源的实践教学平台集成,并按层次和门类进行融合,多源融合的实践教学平台如图4所示。一方面,可以简化平台间的频繁切换和登录问题,另一方面,可方便学习者自行选择所喜欢的实践内容。这种多源融合的模式还便于精准建立统一的学习者画像,从而给学习者主动推荐合适的实践内容,提升实践体验效果,建立新工科技创新人才培养的膏腴之壤,从而促进新工科技创新人才培养落地生根。

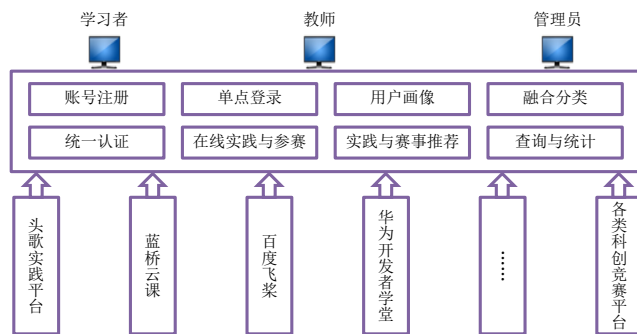


Fig. 4 Multi source integrated practical teaching platform

图4 多源融合的实践教学平台

平台、内容的选择和权衡是多源融合的关键。如图5所示,多源融合机理如下:首先,获取各实践和科创赛事平台上的课程、赛事及双创信息;然后,按标题、内容、来源对这些信息进行聚类;最后,从领域、层次和规模3个层面进行标注和量化。机理实现的核心是数据获取、聚类和分类。由此可见,基于多源融合机理打造的实践教学平台保证了推荐和定制的科学性和可靠性。

5 结语

目前,哈尔滨工业大学积极践行新工科建设和创新人才培养,并进行了卓有成效的改革,提出了“新工科‘II型’方案”,在全国率先成立了未来技术学院,服务科学与工

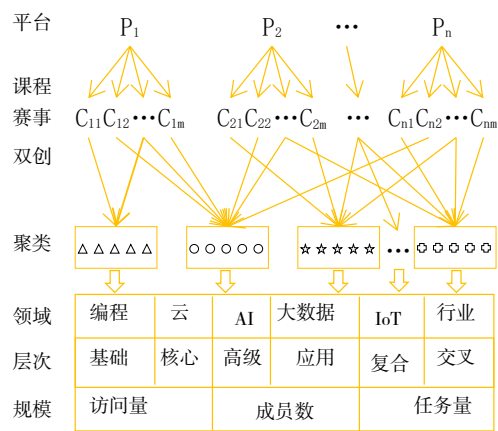


Fig. 5 Multi source integrated mechanism
图5 多源融合机理

程、网络空间与安全等新工科专业相继建立,新工科建设模式设计和学科建设走在了全国前列。同时,其高级语言程序设计、数据结构与算法、软件工程、机器学习等一批课程的实践教学与头歌、百度飞桨、华为开发者学堂等平台深入融合。并且,在课赛协同、产学协同的创新人才培养方面取得了显著成绩,带领学生先后在 ACM、全国物联网竞赛、全国大学生软件创新大赛、中国服务计算创新大赛等高水平赛事中斩获大奖,覆盖智慧养老、时尚穿搭、智能驾驶、健康医疗等多个领域;一批学生参与研究项目并发表高水平论文;获批准为、阿里、百度、东软等知名 IT 企业发布的教育部产学研协同育人项目多项,学生有机会接触并参与相关平台实践,如百度飞桨、OceanDB、Develops 等业界最先进的 AI 平台、云平台、数据库平台、敏捷软件开发平台,并亲自到相关企业进行实习实训。在线实践教学平台初具形态,覆盖编程 OJ、课程实践、赛事组织、项目管理、战绩统计分析、累加考核等核心功能。整体上形成了课—赛—研—创—训有机协同的具有新工科特色的育人生态,学生们从中提升了技术水平、开阔了学科视野,交叉创新效果显著。

参考文献:

[1] The Higher Education Department of the Ministry of Education. Notice of the Higher Education Department of the Ministry of Education on carrying out research and practice of emerging engineering (Letter from the Higher Education Department of the Ministry of Education [2017] No. 6) [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/201702/t20170223_297158.html.
教育部高等教育司. 教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知(教高司函[2017]6号)[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/201702/t20170223_297158.html.

[2] WU Y. Emerging engineering: the future of higher engineering education—a strategic thinking on the future of higher education[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2018(6): 1–3.
吴岩. 新工科: 高等工程教育的未来——对高等教育未来的战略思考[J]. 高等工程教育研究, 2018(6): 1–3.
[3] WU A H, HOU Y F, YANG Q B, et al. Accelerate development and construction of emerging engineering, taking initiative to adapt to and lead the new economy[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2017(1): 1–9.
吴爱华, 侯永峰, 杨秋波, 等. 加快发展和建设新工科主动适应和引领新经济[J]. 高等工程教育研究, 2017(1): 1–9.
[4] Editorial Office. Fudan Consensus on "emerging engineering" construction [J]. Research in Higher Education of Engineering, 2017(1): 10–11.
编辑部. “新工科”建设复旦共识[J]. 高等工程教育研究, 2017(1): 10–11.
[5] Editorial Office. "Emerging engineering" construction action line ("Tianjin University Action") [J]. Research in Higher Education of Engineering, 2017(2): 24–25.
编辑部. “新工科”建设行动路线(“天大行动”)[J]. 高等工程教育研究, 2017(2): 24–25.
[6] Editorial Office. Emerging engineering construction guidelines ("Beijing Guidelines") [J]. Research in Higher Education of Engineering, 2017(4): 20–21.
编辑部. 新工科建设指南(“北京指南”)[J]. 高等工程教育研究, 2017(4): 20–21.
[7] XU X F, SHEN Y, ZHONG S S, et al. Exploration of emerging engineering education and the cultivation of innovative talents [J]. Research in Higher Education of Engineering, 2020(2): 18–24.
徐晓飞, 沈毅, 钟诗胜, 等. 新工科模式和创新创业人才培养探索与实践——哈尔滨工业大学“新工科‘II 型’方案”[J]. 高等工程教育研究, 2020(2): 18–24.
[8] Stanford University. Open Loop University–Stanford 2025 [EB/OL]. <http://www.stanford2025.com/open-loop-university/>.
[9] GRAHAM R. The global state of art in engineering education [M]. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology (MIT), 2018.
[10] Georgia Institute of Technology. Designing the future—a strategic vision and plan [EB/OL]. www.gatech.edu/vision/.
[11] XU X F, CHU D H, WANG Z J, et al. The construction of service science and engineering major and the innovation of talent training model under the background of emerging engineering education [J]. Research in Higher Education of Engineering, 2020(4): 48–53, 74.
徐晓飞, 初佃辉, 王忠杰, 等. 新工科背景下服务科学与工程专业建设及人才培养[J]. 高等工程教育研究, 2020(4): 48–53, 74.
[12] ZHANG H, ZHANG M, ZHANG Y, et al. Research and practice on experimental teaching for data structure [J]. Experimental Technology and Management, 2018, 35(5): 218–221.
张华, 张森, 张岩, 等. 数据结构实验教学研究与实践[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(5): 218–221.

(责任编辑: 孙 娟)