

新工科背景下面向复杂问题求解的项目式课程人才培养探究



朱爱军¹, 李优^{2,*}, 莫太平¹, 董庆贺¹, 陈寿宏¹, 胡聪¹

¹ 桂林电子科技大学电子工程与自动化学院, 广西桂林 541004

² 桂林电子科技大学计算机与信息安全学院, 广西桂林 541004

摘要: 新工科是传统工科专业与新兴技术, 如人工智能等技术的相互融合孕育而生的产物。对于需要培养程序设计、计算思维等能力的工科专业, 面向复杂问题求解的课程群建设, 其作用与地位举足轻重。如何使程序设计类课程建设符合新工科落地的基本准则, 是面向复杂问题求解的课程改革需要思考的关键问题。为了提高电子信息类专业人才的培养效果, 文章首先分析了面向复杂问题求解的课程教学现状, 并对其成因进行了讨论与分析。然后, 针对新工科建设对面向复杂问题求解的课程改革的新要求, 提出了理论教学与实战相结合、基础教学与创新思维培养相结合、实战技能与项目管理才能培养相结合和专创融合的项目式课程人才培养新途径。

关键词: 新工科; 认证; 项目式课程

DOI: 10.57237/j.edu.2024.04.001

Exploration of Project-based Curriculum Talent Cultivation for Solving Complex Problems in the Context of New Engineering Disciplines

Aijun Zhu¹, You Li^{2,*}, Taipin Mo¹, Qinhe Dong¹, Shouhong Chen¹, Cong Hu¹

¹ School of Electronic Engineering and Automation, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China

² School of Computer and Information Security, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China

Abstract: New engineering is the product of the integration of traditional engineering majors and emerging technologies, such as artificial intelligence. For engineering majors that require the cultivation of programming and computational thinking abilities, the construction of course clusters for complex problem solving plays a crucial role and position. How to make the construction of programming courses conform to the basic principles of implementing new engineering disciplines is a key issue that needs to be considered in the curriculum reform aimed at solving complex problems. In

基金项目: 广西高等教育本科教学改革工程项目“面向复杂问题求解的项目式课程群建设”(2023JGB195);

教育部产学研合作协同育人项目“面向新工科建设的AI实践创新能力培养模式研究”;

桂林电子科技大学研究生教育创新计划(2022YXW04); 广西研究生教育创新计划项目(JGY2022116、JGY2022128);

桂林电子科技大学进阶项目式课程教学改革(JGKJ202328); 桂林电子科技大学教育教学改革项目(JGA201801);

国家自然科学基金专项“面向光片上网络的微环谐振器故障容错关键技术研究”(62341116)。

*通信作者: 李优, liyou@guet.edu.cn

收稿日期: 2024-06-10; 接受日期: 2024-07-10; 在线出版日期: 2024-07-18

<http://www.educationrd.com>

order to improve the training effectiveness of electronic information professionals, the article first analyzes the current situation of course teaching for complex problem solving, and discusses and analyzes its causes. Then, in response to the new requirements of curriculum reform aimed at solving complex problems in the construction of new engineering disciplines, a new approach to project-based curriculum talent cultivation was proposed, which combines theoretical teaching with practical experience, basic teaching with innovative thinking cultivation, practical skills with project management talent cultivation, and specialized and creative integration.

Keywords: New Engineering Education; Certification; Project-based Curriculum

1 引言

随着人工智能、大数据等新兴技术的大规模发展,这导致了对房地产、钢铁、煤炭和化工等传统产业造成了巨大的冲击。依托新兴技术的产业变革的背景下,如何培养勇于创新 and 具有复杂工程问题求解能力兼备的复合型人才,是当前工科院校工程教育改革的关键问题。在该时代背景下,“新工科”顺理成章顺应时代的要求而产生了。教育部在复旦大学讨论了新工科的内涵,并且一致通过达成了十项共识。这次大会是一件里程碑式的事件,被称之为“复旦共识”。此后,教育部立刻又在天津大学开展了为新工科建设提供行动指南的研讨,为新工科建设绘制了美好的蓝图:到2030年,具有中国特色、同时具备世界一流的工程教育体系初步建成,为国家创新发展提供坚实基础和有力支撑;到2050年,在全球工程教育中建设成为领跑全球的中国模式,确定了工程教育强国的核心定位,最终建成世界工程创新的英才聚集地,为实现中国梦奠定坚实的基础。这次大会是第二件里程碑式的事件,被称之为“天大行动”。

若要新工科的初衷得到实现,高等工科院校必须在专业建设、人才培养、创新创业、教学内容和方法等方面进行一系列改革。那么,对新工科落地的效果如何检验?人才培养的目标达成度是否达标?这完全可以采取工程教育认证当中的毕业要求的十二项能力作为判定准则。新工科是传统工科专业与新兴技术,如人工智能等技术的相互融合孕育而生的产物。对于需要培养程序设计、计算思维等能力的工科专业,面向复杂问题求解的课程群建设,其作用与地位举足轻重。如何使程序设计类课程建设符合新工科落地的基本准则,是面向复杂问题求解的课程改革需要思考的关键问题。

2 面向复杂问题求解的课程教学现状

2.1 问题表现

面向复杂问题求解,主要涉及程序设计,数据结构和智能算法设计等核心课程。在培养勇于创新 and 具有复杂工程问题求解能力兼备的复合型人才过程中,仍然存在着比较大的挑战[1],具体表现在以下几个方面[2]:(1) 理论教学与实践教学之间的结合不够紧密,导致理论学习到实践环节的知识转换率不高[3]。(2) 当前的教学模式比较单一,主要以课堂教学与双创训练为主,缺少多元化的教学模式和实战项目资源,这直接使得学生获得的体验感很差,自然而然其学习效果必定很糟糕。(3) 创新创业能力的培养过程中,系统性和深入性做不够,重心这样放在课堂教学和双创大赛,创新创业能力的培养缺乏连贯性,这导致学生在创新实践的效果不佳。(4) 面向复杂问题求解的课程教学过程中,对学生的学习激励以及学生的指导机制缺乏足够的有效性,学生的积极性自然而然受到打击,从而严重地削弱了本来就不太好的教学效果。

2.2 成因分析

(1) 理论教学与当前实际应用脱节

理论教学与社会实际应用脱节是当前面向复杂问题求解的课程人才培养过程中所面临的一大难题。脱节主要可以在如下几个方面具体体现[4]:

课程教学过程中,理论教学的内容与当前社会实际项目中需要的知识与能力存在严重偏差。当前,面向复杂问题求解的课程的教学,主要侧重于传统计算思维的培养,而当前实际需求中,更多偏向于新兴计算方法与思维。这种偏差与脱节,使得学生在实际的项目中,难于用所学理论与知识解决实际问题。

当前,面向复杂问题求解的课程的理论教学偏重于知识的传授,而实际的项目中,更多的要求学生有比较强的分析问题和解决问题的能力,同时具备较强的团队合作能力和独特的创新思路等[5]。受限与理论教学模式,大多数情况下学生在课堂上接受知识的灌输,对所学知识理解不够深入,而且实际的应用知识的能力也比较差[6]。

另外一方面,传统的理论教学的评价手段和方法也很难全面学生真实的能力,原因在于其主要采用考试的评价手段,而且主要依靠考试成绩来对优生和差生进行判定。但考试的评价手段无法对学生的实践素质,创新思路和团队合作能力做出合理的评价[7-10]。

以上问题都严重影响了理论教学的效果,使得学生的实际能力培养大打折扣[11-15]。因此,如何将理论教学与当前社会实际应用相互结合,成为面向复杂问题求解的课程人才培养过程中的重中之重。

(2) 培养模式的受限

目前,面向复杂问题求解的课程在培养同时具备创新创业能力和复杂问题求解能力的复合型人才过程中,虽然进行了相应的系列改革,但仍然存在相当的局限性,具体表现在如下几个方面[16-18]。

第一,培养模式主要采取课堂教学,这导致理论教学与实践能力的培养不能够很好的结合[19-25]。例如,我们的C语言程序设计课程安排中,理论教学主要是系里面的教师系列人员负责,而实践教学则主要是实验中心的实验系列教师来完成。这造成了理论教学和实践教学两者没有得到很好的衔接。曾经出现过理论教学还没有进行,实验教学部分就开始做,导致学生学习的效果不佳。

第二,当前的培养模式主要侧重于知识传授,分配给能力培养环节的比重不足。在这种局限的前提下,理论知识的传授与学习比重自然占比比较高,这理所当然挤占了实践动手能力、创新思路的培养和创业精神的树立的比重。这种不合理的分配,导致学生表面上看学习成绩不错,但在实操能力、团队合作素养和创新思维等方面存在严重不足[26-29]。

第三,当前的培养模式侧重于不考虑学生的个体差异,导致学生的主动性比较弱[30-35]。这体现在两个方面:优秀的学生在学习过程中,反映吃不饱,难度和广度不够。但是比较差的学生又反映跟不上进度,对老师的难度大的培养方案比较抵触。这两类极端的学生对学习积极性打击比较大,甚至出现这两类学生

课堂上不听课的现象。

3 新工科建设对面向复杂问题求解的课程改革的新要求

面向复杂问题求解的课程,诸如程序设计、数据结构等,是我校计算机与信息安全学院、电子工程与自动化学院等学院的重要基础课程,对学生计算思维的形成起着至关重要的作用。面向复杂问题求解的课程为学生在之后的专业课提升提供了有力的计算思维基础,为高年级时解决专业问题提供了强有力的数字思维工具[36]。

新工科要求的能力当中,比较突出的一个能力就是复杂工程问题的解决能力。这就要求我们在程序设计、数据结构等课程当中引入项目式课程教学,提供复杂工程问题的背景,增加学生的实战经历,在实际的项目经历和实战中,逐步培养学生复杂工程问题的解决能力。这些实战经历自然而然增强了学生计算思维的培养,从而提高学生的抽象,建模与自动化等能力。

4 面向复杂问题求解的项目式课程人才培养

4.1 理论教学与实战相结合

在面向复杂问题求解的课程教学中,如何将理论教学与实践历练教育有效地结合起来是培养学生复杂工程问题解决能力的关键。

首先,对课程设计的具体内容与安排布局需要全新重构。以往的课程设计内容大多选择难度不大,每年都重复,而且与实际的应用有一定的差距。重构的第一个方面,必须是每年的课程设计内容都要进行更新,不能够采用往年已经做过的。原因很简单,出现过当前的学生花钱购买上届学生课程设计的東西,导致学生理论教学的东西完全没有得到应用和实践,学生轻松就通过了课程设计的考核。例如,我们采纳刚刚获得批准的国家自然科学基金项目中的一个面向复杂问题求解的智能化算法设计,这个学生从来没有做过的最新实际项目,学生是无法找到抄袭和模仿的对象,只有从理论教学的内容出发,应用所学知识进行创新性设计,从而达到理论教学与实践历练教育的有效地结合的目的[37]。

其次，与电子信息领域内先进领军企业合作，建立实训基地。这样，让学生可以在课程期间接触到与所学课程相关的企业项目，让学生的学习动力倍增，学以致用，而不仅仅是通过考试或拿高分，而是还获得了真正的复杂工程问题的解决能力。

同时，采用项目式教学，以项目组为单元，引导学生重构项目课题组[38]。同学们以自己所在的项目组为中心，各自讨论，完成项目初期的需求分析，到团队分工合作，最后到作品完成后的整体测评。这样，项目式教学就形成了一个闭环，可以自我反馈，不断形成理论教学与实战的相互结合，互相促进，协同发展。

4.2 基础教学与创新思维培养相结合

为了增强学生的复杂工程问题的解决能力，必须在基础教学与创新思维培养两个维度同时发力。

必须在基础教学与理论教学层面发力，让老师甘于人梯。桂林电子科技大学为了在基础教学与理论教学层面获得新的突破，出台了优质课堂政策。对教学质量明显优秀的课堂，进行一年一度的奖励，从而让专心做教学的老师获得了学校层面的认可，进而投入更多的时间和精力，促进教学质量增强的良性循环。

必须在基础教学与理论教学层面发力，设置科技前沿的新兴课程，如人工智能、ChatGPT 以及 Big Data 等，这样可以让学生的思维比较活跃，得到最新的科学技术与理论的熏陶，最终让学生独立分析问题的能力得到了加强和提高，自然而然学生解决问题的能力也会同步得到提高。

必须同时与创新思维培养层面发力。学生的创新思维不是凭空产生的，首先老师需要对传统的教育模式采取一定的革新手段，引导学生自主学习，主动去承担具有挑战性质的任务。具有挑战性质而的任务，往往是项目驱动的问题，这完全有利于学生培养项目的独立思考能力和项目协作能力。项目驱动的任务，能够使得学生对项目所需的知识有着强烈的学习动机，如果不对其很好的理解和掌握，就有可能完不成所承担的项目。最终，在这种强烈的自主学习动机下，学生必定可以更加高效地学习和掌握好项目所需的知识与理论；同时要完成项目驱动的任务，必须具备创新思维。这促使学生在完成项目驱动的任务的过程中，主动去学习与创新思维相关的知识，培养良好的创新思维习惯，最终在这种潜移默化的需求驱动的背景下获得创新思维能力的提升。

4.3 实战技能与项目管理才能培养相结合

实战技能与项目管理才能是专业素养的两个关键指标。只有将两者完美地结合起来，复杂工程问题的解决能力才能够得到提升，而且学生的创新创业能力也可以得到真正的提高。实战技能的提升，需要教师提供可实战的项目，即采纳进入教学的实战项目。这可以让学生在实战项目中检验所学的知识与理论，最终达到实战技能提升的目的。项目管理才能是项目是否能够顺利推进和完成的关键要素之一，因此教师应当将项目管理能力的培养融入到实战项目当中，在实战技能提升的同时，也能够感受到项目管理才能的重要性。在这个过程中，学生自然而然学会了如何进行项目计划书的撰写，如何与团队成员合作，如何对项目进行风控，如何对项目进行全生命过程的追踪和维护等。

4.4 融合培养模式重构

随着人工智能等新兴信息科技的发展，电子信息类专业人才需求也出现了新的变化，可以用两个特点将这种变化概括起来：多样性和跨界性。在这种背景下，传统的单一培养模式的弊端显现无疑，无法适应当前的人才需求：当前的的工作大多数是复杂多变的，工作环境变化因素众多，工作任务也高度弹性多变。所以，融合培养模式的重构势在必行。

首先，电子信息类专业人才需求的跨界性决定了跨学科课程融合的必要。面向复杂问题求解的工程问题，大部分涉及到多个学科领域，学科背景复杂。因此，需要融合金融学、生物学、物理学、艺术等多学科内容，帮助电子信息类学生塑造广阔的知识视野，有利于学生引入交叉学科的创新思维素养的培养。

第二，建立校企融合的人才培养模式。单一的学校人才培养模式存在着社会用人单位需求了解不足，校企融合的人才培养模式则可以弥补其中的不足。此外，校企融合的人才培养模式还可以给学生提供更多的实训机会，让学生能够更早得适应实际的工作背景与环境，为从学校人转变到社会人做好坚实的铺垫。

第三，根据行业需求，动态对安排的课程进行评估与更新。针对电子信息行业技术更新迭代快的特点，必须定期对所安排的课程进行评估与更新。例如，学院学科负责人带队通过走访本专业毕业十年的本科毕业生，调研普遍反映微机原理与接口技术这门课程主

要讲述 8086 系列处理器的相关知识,完全与现在的行业需求脱节,工作当中普遍完全没有机会使用 8086 汇编语言编写程序,而且与单片机接口技术课程有相互重叠的嫌疑。因此,学院专业负责人召集相关任课教师,将主要讲述 8086 的微机原理与接口技术这门课程取消,而将其中的基础知识放入单片机原理与接口技术课程当中讲授。

5 结论

深入分析新工科背景下面向复杂问题求解的课程人才培养现状,在过去曾经行之有效的人才培养模式在当前新环境和新背景下,已经不能够满足新时代的人才培养要求。针对存在的问题,提出了面向复杂问题求解的项目式课程人才培养措施,突出了实战项目式课程在其中的显著作用。

参考文献

- [1] 陈昇册,李航,张崴,等.专创融合视角下的高校创新创业课程体系构建[J].实验室科学,2020,23(5):236-240.
- [2] 刘敏,王耀南,谭浩然,等.专创融合研究生创新创业教育模式的探索实践:以湖南大学控制学科为例[J].研究生教育研究,2023(1):54-57.
- [3] 梁志勋,易云飞,施运应,等.基于专创融合的计算机类专业创新创业人才培养探究[J].西部素质教育,2024,10(5):18-21.
- [4] 周肖舒,霍楷.OBE理念下高校艺术设计专业创新创业人才培养模式研究与探索[J].创新创业理论与实践,2023,6(6):1-6.
- [5] 赖乾,黎伟强,古明宇,等.跨专业融合、产学研创一体化的“互联网+”“双创”人才培养模式研究[J].创新创业理论与实践,2021,4(24):89-92.
- [6] 张振,赵伟,吴梦陵,查光成,王安哲,王鑫,陈金山,李睿.工程教育认证视角下材料成型专业在线教学资源库建设[J].中国冶金教育,2023(02):30-33.
- [7] 高良博.工程教育认证背景下数字地形测量学课程改革[J].中国冶金教育,2023(02):21-23.
- [8] 周丽霞,陈絮.工程教育认证对非学科课程群建设的启示[J].继续教育研究,2023(05):108-112.
- [9] 戴淮初.工程教育认证背景下机械类专业人才培养方案的制订[J].南方农机,2023,54(09):164-167.
- [10] 战艳虎,李光,王双双,李艳凯,李玉超,邓爱霞,谢倩.基于工程教育认证和科教融合的《高分子物理实验》教学改革[J].高分子通报,2023,36(06):764-768.
<https://doi.org/10.14028/j.cnki.1003-3726.2023.06.012>
- [11] 韩齐,陈洪生,李艳青,郭希娟,杨楠,曹荣安,战媛媛,李鹤,张春芝.工程教育认证背景下畜产品微生物学课程思政体系的建立与探索[J].中国食品,2023(07):137-139.
- [12] 王颖,严勇,王鹏.工程教育认证背景下测量学课程教学改革实践[J].测绘与空间地理信息,2023,46(03):24-27.
- [13] 江建,肖运昌.工程教育认证背景下“C语言程序设计”教学改革研究[J].长沙航空职业技术学院学报,2023,23(01):55-59.
<https://doi.org/10.13829/j.cnki.issn.1671-9654.2023.01.014>
- [14] 常亮.用能力素养模型连通 CC2020 和工程教育认证标准[J].中国大学教学,2023(03):52-55+79.
- [15] 韩雨滂.工程教育认证背景下《Linux 操作系统原理及实训》课程教学改革实践研究[J].电脑知识与技术,2023,19(08):128-130.
<https://doi.org/10.14004/j.cnki.ckt.2023.0333>
- [16] 韦学玉,张明,李济源,孙俊伟,杨晓凡.工程教育认证视域下“水工程化学”课程思政探索与实践[J].宁波工程学院学报,2023,35(01):109-114.
- [17] 王小瑞,陈冬冬,丁汉清.工程教育认证背景下通信原理教学改革与实践[J].轻工科技,2023,39(02):176-178.
- [18] 范瑜.工程教育认证毕业要求达成评价的国际比较[J].高等工程教育研究,2023(02):80-86.
- [19] 刘雪梅,杨晖,张明春.工程教育认证下计算机类课程思政顶层设计[J].教育教学论坛,2023(08):154-157.
- [20] 王慧竹,陈帅.工程教育认证背景下融入思政元素的药物分析实验课程改革探索[J].广东化工,2023,50(04):240-242.
- [21] 牛生洋,李光磊,李波,何鸿举,陈春刚,朱娜.工程教育认证背景下人才培养模式重构探索——以食品科学与工程为例[J].食品工业,2023,44(02):222-224.
- [22] 张晓伟,李保国,张建国,李成.工程教育认证背景下“谷物科学”的教学改革[J].食品工业,2023,44(02):206-208.
- [23] 卢守青,王辉,王成凤,撒占友,张永亮,王昊,谭清磊.面向工程教育认证的“三层次—四融合—三维度”课程教学改革与实践[J].科技风,2023(05):133-135.
<https://doi.org/10.19392/j.cnki.1671-7341.202305044>
- [24] 沙野,赵呈孝,曹绪芝,雷文,罗振扬.基于工程教育认证的专业核心课程复杂工程问题案例式教学模式探究——以《高分子物理》为例[J].高分子通报,2023,36(04):529-534.
<https://doi.org/10.14028/j.cnki.1003-3726.2023.04.012>
- [25] 张国权,熊志勇,甘露菁,荣茜.工程教育认证背景下基于 OBE 理念的食品工厂设计课程教学改革[J].中国食品,2023(04):45-47.

- [26] 王玉清. 工程教育认证背景下民族生培养模式改革探索——以土木工程专业蒙古族学生为例 [J]. 高等建筑教育, 2023, 32(01): 56-62.
- [27] 马翠玲. 基于工程教育认证的土木工程专业生产实习课程优化探索 [J]. 现代商贸工业, 2023, 44(06): 255-256. <https://doi.org/10.19311/j.cnki.1672-3198.2023.06.101>
- [28] 张春燕, 罗建新, 李文军, 侯伟, 蔡松韬, 欧丽娟, 唐新德. 基于工程教育认证理念的课程思政建设探索与实践——以分析化学课程为例 [J]. 高教学刊, 2023, 9(04): 67-70. <https://doi.org/10.19980/j.CN23-1593/G4.2023.04.017>
- [29] 郝海蓉, 徐以美, 曹茸. 工程教育认证背景下《Linux 操作系统》课程改革与实践 [J]. 中国新通信, 2023, 25(03): 89-91.
- [30] 刘杨, 姚征, 夏冬生, 孙先念, 朱公志. 工程教育认证背景下工程力学课程教学改革研究 [J]. 科教导刊, 2023(04): 119-121. <https://doi.org/10.16400/j.cnki.kjdk.2023.4.037>
- [31] 龚鹏, 刘刚, 付强, 李播博, 程勉宏. 工程认证背景下本科校企联合培养模式改革与实施 [J]. 时代汽车, 2023(03): 85-87.
- [32] 刘忠超, 范灵燕, 盖晓华, 张洗玉. 工程教育专业认证背景下可编程序控制器课程改革探索 [J]. 现代农机, 2023(01): 90-93.
- [33] 曾姗. 基于新工科工程教育认证的软件工程专业课程设置探讨 [J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2023(01): 81-83.
- [34] 徐梅松, 卢佳丽. 工程教育认证下的《化工设计》教学改革研究 [J]. 化工设计通讯, 2023, 49(01): 112-114.
- [35] 刘士亮, 毛德强, 于翠松, 刘建华. 工程教育认证驱动下课程目标达成度评价方法研究 [J]. 教育教学论坛, 2023(04): 20-25.
- [36] 邱健豪, 张雄飞, 顾晓利, 徐勇, 王飞, 姚建峰. 浅谈工程教育认证背景下的化工分离工程教学 [J]. 当代化工研究, 2023(02): 156-158.
- [37] 朱爱军. 青年教师教学中存在的若干问题分析 [J]. 教师, 2010 (12): 13—14.
- [38] 朱爱军, 殷贤华, 许川佩. 博士人才培养中的课题选择与研究 [J]. 教师, 2014 (7): 124—125.

作者简介

朱爱军

1978 年生, 副教授, 博士, 硕士生导师, 研究方向为集成电路测试、项目式教学.

E-mail: zbluebird@guet.edu.cn, 45953000@qq.com

李优

1980 年生, 教授, 硕士生导师, 研究方向为数据挖掘, 学习分析.

E-mail: liyou@guet.edu.cn