

# 基于OBE理念与胜任力模型的程序设计创新教学

李国和<sup>1,2</sup>, 董丹丹<sup>1</sup>, 邓 橙<sup>1</sup>, 蒲 晓<sup>1</sup>, 张书妍<sup>1</sup>

- (1. 中国石油大学(北京)克拉玛依校区 计算机系, 新疆 克拉玛依 834000;  
2. 中国石油大学(北京) 信息科学与工程学院 软件工程系, 北京 102249)

**摘 要:** 针对程序设计教学中存在教学概念落后、方法僵化、手段单一、内容固化、目标偏颇等问题, 以胜任力培养为目标构建程序设计教学生态建设教学环境和教学团队, 开展以学生为中心的教学。在教学过程中, 以教学成效OBE为导向形成学生为主体、教师为主导的教学模式, 通过胜任力培养提升学生的计算思维、新工科创新能力和意识。实践表明, 坚持开展基于OBE理念和胜任力模型的程序设计创新教学已取得一定成效。

**关键词:** 新工科; 计算思维; 胜任力; 创新教学; 计算机高级语言; 程序设计

**DOI:** 10.11907/rjdk.231742

**开放科学(资源服务)标识码(OSID):**

**中图分类号:** G642

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-7800(2024)008-0099-06



## Innovative Teaching of Programming Course Based on OBE and Competency Model

LI Guohe<sup>1,2</sup>, DONG Dandan<sup>1</sup>, DENG Cheng<sup>1</sup>, PU Xiao<sup>1</sup>, ZHANG Shuyan<sup>1</sup>

- (1. Department of Computer Science, China University of Petroleum-Beijing at Karamay, Karamay 834000, China;  
2. Software Engineering Department, College of Information Science and Engineering, China University of Petroleum-Beijing, Beijing 102249, China)

**Abstract:** In view of the disadvantages such as backward teaching idea, rigid method, single means, solidified content and biased teaching goal and so on, the teaching ecology of programming is constructed for the competency, constructing the teaching environment and teaching team to carry out student-centered teaching. The teaching process is guided by the outcoming-based education (OBE) to form a student-centered and teacher-led teaching model. Competency training cultivates the computational thinking, new engineering innovation ability and consciousness of all the students. Practice showed that adhering to the OBE concept and competency model towards innovative teaching of programming has achieved some results.

**Key Words:** new engineering; computational thinking; competency; innovative teaching; computer high-level language; programming

## 0 引言

我国高校计算机基础教学从单一计算机高级语言到“三个层次”体系, 提升到计算思维教育层面, 体现了从操作计算机的工具性教育到基于计算机问题求解的思维教

育的跨越<sup>[1]</sup>。2017年, 龚克<sup>[2]</sup>提出以能力培养促进工程科技创新和产业创新的新工科升级卓越工程师培养计划。近年来, 教学改革主要在推进高质量课程建设, 坚决淘汰低阶性、陈旧性“水课”, 开设具有高阶性、创新性和挑战度“金课”, 倡导“精品课程”到“一流课程”建设, 举办全国高校教师教学创新大赛, 明确立德树人根本任务, 指明信息

收稿日期: 2023-

扫描二维码阅读全文:



**基金项目:** 新疆维吾尔自治区普通高校综合教改项目(JG2022001); 一流本科专业建设(软件工程)项目(JXDF0335); 北京市高等教育学会课题(BY202151); 中国石油大学(北京)克拉玛依校区课程建设项目(JX030040)

**作者简介:** 李国和(1965-), 男, 博士, 中国石油大学(北京)克拉玛依校区计算机系教授、博士生导师, 研究方向为人工智能、数据可视化等; 董丹丹(1990-), 女, 硕士, 中国石油大学(北京)克拉玛依校区计算机系工程师, 研究方向为信息系统等; 邓橙(1992-), 女, 硕士, 中国石油大学(北京)克拉玛依校区计算机系讲师, 研究方向为计算机视觉、数据挖掘等; 蒲晓(1989-), 女, 博士, 中国石油大学(北京)克拉玛依校区计算机系讲师, 研究方向为大数据技术应用、数值模拟; 张书妍(1996-), 女, 硕士, 中国石油大学(北京)克拉玛依校区计算机系助教, 研究方向为人工智能、计算机视觉。本文通讯作者: 董丹丹。

技术与教育教学融合创新方向,促进教师潜心教书育人,树立教学改革的风向标。

目前,计算思维教育已成为计算机基础教学任务,教学成效导向OBE理念和计算胜任力模型的提出强化了以学生为中心,从知识教育向胜任力教育的转变<sup>[3-5]</sup>。以“设计、构造”为特征的计算思维教育是计算领域新工科教育的特点,胜任力可成为实现计算思维和计算领域新工科教育的方向、目标。

程序设计是工科专业的公共基础课程,也是计算思维、新工科能力培养的重要载体,但程序设计教学存在以下问题:①理念落后、注重教师课堂讲授、学生参与较少、师生互动较少,从而弱化了成效导向;②方法僵化,教师主动教,学生被动学;③手段单一,课堂+黑板+PPT+教学资源使学生为中心的目标落空;④内容固化、以语言为主设计为辅,教学案例缺失;⑤目标偏颇,重知识、轻能力、缺品行。为了解决上述问题,中国石油大学(北京)克拉玛依校区计算机系教学团队在深刻领会新工科、计算思维内涵后,开展基于教学成效导向OBE理念和计算胜任力模型的程序设计(C、Python、Java等)创新教学探索与实践。

## 1 面向胜任力培养的程序设计教学生态

由教师、学生和教学环境构成开放的程序设计教学生态,以程序设计胜任力为教学目标,实现计算思维和新工科创新意识、创新能力培养。

### 1.1 提升胜任力内涵认识,优化程序设计内容

胜任力模型指明计算机类专业从知识、技能和品行培养学生,并给出各维度的具体内涵和要求,成为当前计算机类专业制定课程体系重要依据<sup>[4]</sup>。程序设计是理解计算机问题求解的重要基础,深度影响计算机类后续课程,也是非计算机专业进行计算思维教育的主要载体,决定了程序设计胜任力是胜任力模型的最大化子集(见表1)。虽然小部分知识元素有所弱化,但通过应用实例可涉及,例如用户通过学生信息管理程序设计分工协作,涉及项目管理、用户体验设计、信息系统管理与领导力等;硬件通过文件加解密涉及到数字化设计等;系统架构与基础设施通过教学网站了解智能系统(人工智能)平台技术、安全技术与实操。

程序设计教学涵盖专业知识,包括分析与批判性思维、协作与团队精神、伦理与跨文化视野、数学与统计、多

任务优化管理、口头交流与表达、问题解决和故障排除、项目和任务的组织规划、质量保障/控制、关系管理、研究与自学/学习者、时间管理、书面交流<sup>[4]</sup>。程序设计知识可概括为语言知识(词法、语法、语义)、算法知识、数据结构知识和用语言描述算法、数据结构的编码知识;基于程序设计的问题求解知识(显性知识);通过教学过程、作业实践等进行潜移默化教学的知识(隐性知识)。

程序设计的认知水平或认知技能可分为记忆、理解、应用、分析、评估和创建,具有难度逐级加大的包含关系(见图1),不但体现了基础的记忆、理解,还体现了求解的应用、分析,创造的评估、创建<sup>[4]</sup>。这些技能既决定了OBE程序设计教学设计,又是作业布置、实验安排、测验内容的依据。品行包含社交情感能力、执行行为和工作态度、敬业精神等,与工作学习内容密切相关,包括适应性、协作性、创造性、严谨性、激情、专业性、目标导向、责任感、反应迅速、自我指导,也是构成课程思政的重要内容之一<sup>[4]</sup>。



Fig. 1 Skill level inclusion relationship

图1 技能等级包含关系

### 1.2 明确胜任力培养目标,构建程序设计教学生态

为了强化以学生为中心、程序设计胜任力培养为目标、教学成效OBE为导向,构建开放的程序设计教学生态(见图2),保障教学质量可持续发展。教学成效导向OBE实现反向设计溯源胜任力各知识要素和技能等级,并正向实施教与学过程。在整个教学生态中教学环境是基础,教学团队是关键,胜任力培养是目标。

#### 1.2.1 完善线上线下教学环境,奠定高效教学基础

除教室、实验室、答疑研讨室外,报告厅举办的学术活动能丰富校园文化、拓展学生视野、间接促进了课堂教学。同时,建设网络教学环境和教学资源,应用交流平台增进师生交流互动,有利于了解掌握学情。

(1)教学资源建设共享。发布教学信息、电子课件等方便浏览、查阅、下载学习;发布教学视频可获取观看时长、内容、段数等信息。

(2)远程作业考试。基于Online Judge程序作业在线运行验证,具有作业、测验成绩等统计功能;通过程序作业完成时间、求解精度和执行效率、提交频度等信息,动态追踪教学效果,及时了解学生知识技能掌握程度和学习能力、学习态度等。

(3)在线答疑研讨。学生或教师作为发起者创建研讨、答疑主题开展在线讨论、答疑,也起到师生知识、技能共享作用。

(4)多样化交流平台。通过直播教学辅助雨课堂、企业微信构建实时师生交流互动、温情关怀的环境。

综上,通过网络教学环境和资源建设,教育教学深度

Table 1 Programming knowledge elements

表1 程序设计知识要素

| 系统模型    | 软件开发       | 软件基础知识 |
|---------|------------|--------|
| 安全问题和原则 | 软件质量、验证与确认 | 数据结构   |
| 系统分析与设计 | 软件流程       | 算法及复杂性 |
| 需求分析与规范 | 软件建模与分析    | 程序设计语言 |
| 数据与信息管理 | 软件设计       | 程序设计基础 |
|         | 基于平台的开发    |        |

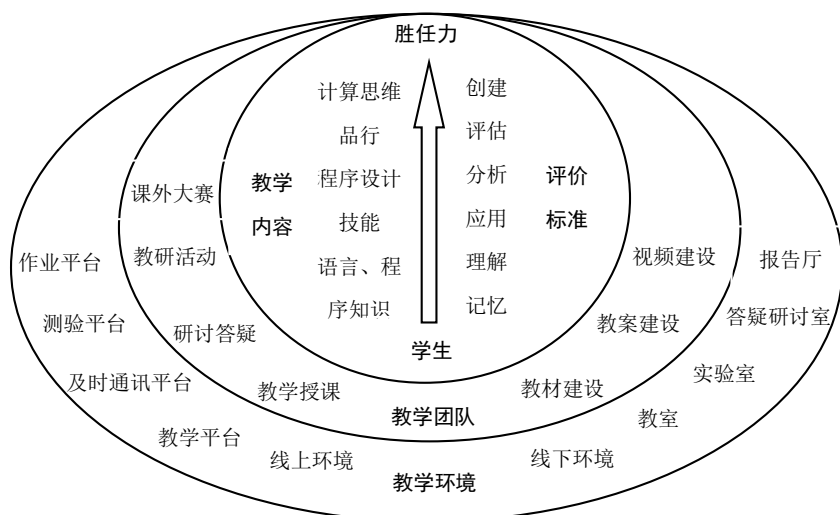


Fig. 2 Programming teaching ecology for competency cultivation

图2 面向胜任力培养的程序设计教学生态

融合信息技术可形成教学质量闭环管理,记录学情信息可供教师调整教学进展、开展因材施教等,有力支撑以学生为中心的教学理念。

### 1.2.2 建设优秀教学团队,保障教学质量持续提升

程序设计教学团队对创新教学具有很强针对性和可操作性,涉及团队教师管理与成长、教学实施与管理、教改与教研活动、创新教学与课程建设、举办与辅导大赛等,应积极组织教师观摩,扶助年轻教师成长承担教改课题,激活持续创新教学活力。

### 1.2.3 树立以学生为中心思想,落实胜任力培养目标

现阶段,教学模式转向以学生为中心,从教师主体、学生被动学习的注重共性灌输式教学转变为教师主导、学生主动学习的尊重个性互动式教学。具体为,教学采用协作式小组活动、设计式个别化评价等方式,引导学生学习兴趣、激发其积极主动性,培养学生的思辨意识和能力;关注学生对教学内容的疑问,形成自身独到见解,培养学生的兴趣爱好,点拨、启发调动学生思维以激发其主观能动性;培养学生个性、潜能,让每个学生都参与教学,通过主观判断、领悟自身所学来表达想法,遇见问题自己解决,以发挥自身潜能;教学节奏随学情适当调整,教师侧重于激励、唤醒和鼓舞学生,使教学环境成为自主学习平台,以促进学

### 1.2.4 理顺程序设计内容,建设立体教学资源

计算机问题求解过程隐含着源自问题的应用性、抽象设计的创造性、编码验证的实践性,表现在程序设计的问题抽象与表示、数据结构及算法设计、编码实现和运行验证等环节。为便于教学实施,理顺知识结构、技能要求,凸显数据、程序,将胜任力模型的知识、技能和品行要求分解到以程序设计为主线,数据及其操作为核心,教学内容涵

盖数据类型及数据、结构化程序设计、模块化程序设计、面向对象程序设计、数据有效性和安全性、数据文件等,进行教材建设和视频录制、电子教案制作等,以增强教学内容的可理解性<sup>[9-11]</sup>。案例驱动贯穿教学过程,各章节依次从浅到深、从易到难递进,以增强教材的可读性。同时,数学函数计算、循环求解和递归求解等一题多解形式分布在多个章节中,并进行算法分析比较,以提升学生设计高效算法与编码技能,强化其方法分析、算法设计、数据结构设计和编码实现过程,提高程序设计技能性,加强内容应用性和实用性。以消化巩固基本知识,提高实践技能为指导,编写学习辅导与实践教材,作到确保基础、注重联系、增强应用、提高技能。

## 2 基于教学成效导向OBE的创新教学

中国石油大学(北京)克拉玛依校区计算机系在明确胜任力培养目标和构建以学生为中心的程序设计教学生态基础上,开展面向教学成效导向OBE的程序设计创新教学,落实教师为主导、学生为主体的教与学。

### 2.1 发挥教学生态作用,落实学生为中心教学

程序设计教学过程包括课前预习、课中学习、课后复习3个阶段(如图3所示)。

(1)课前预习。该过程主要在线上进行,由教师引出问题,制定预达到学习要求,指明学习内容;学生在线观看教学视频、电子教案,随即进行小测验;OJ系统自动评阅,实时反馈结果,检查自学效果;学生对所学内容进行质疑,教师进行线上线下答疑。综上,学生仅使用较少的时间就能理清学习思路,了解教学知识、技能脉络。

(2)课中学习。该过程主要在线下进行,教学重点在梳理学生重难点,点拨启发、归纳总结为重要方式。师生交流互动密切,能及时掌握学情并培养其良好的沟通能

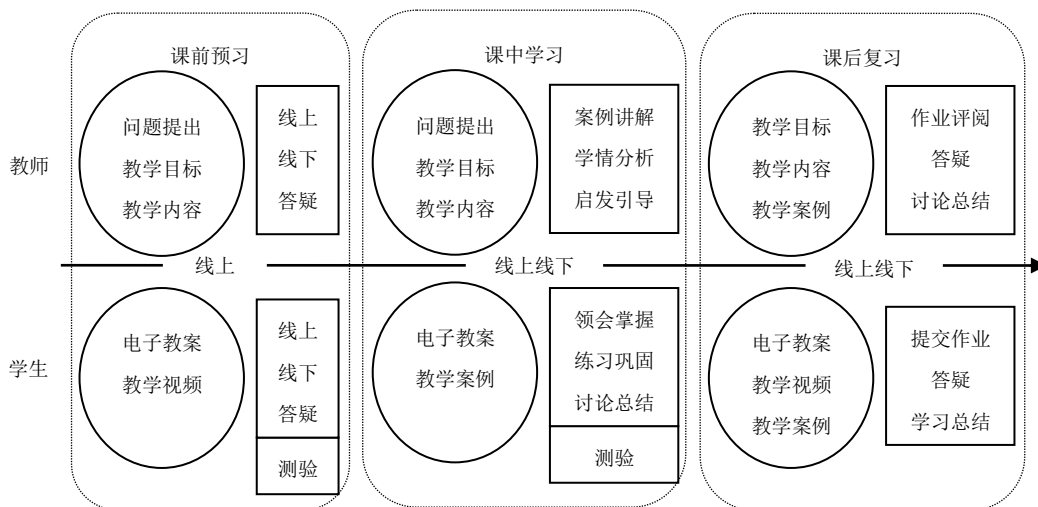


Fig. 3 Teaching process of programming based on OBE

图3 基于OBE理念的程序设计教学过程

力;教师言谈举止、装束形象有利于学生审美观形成。以问题驱动贯穿教学,从问题分析和表示引出知识技能,完成问题求解编码和运行验证,构成完整的案例教学。有了课前预习基础,在整个教学过程中师生共同设计、编码,落实了学生在做中学,学中做。

(3)课后复习。该过程线上线下同时进行,学生可通过视频、教案和案例复习所学内容完成作业,或答疑解惑,及时总结学习内容巩固知识、技能。教师通过学生作业提交次数、时间,观看视频时间、时长,线下线上答疑情况感知现阶段学生学情,有利于教师合理调整教学进度,保障教学质量持续提升。

在教学生态中,通过课前预习—课中学习—课后复习教学过程,有效实施了以学生为主体、教师为主导的教学模式,促进了学生互动学习、探究学习、自主学习、兴趣学习、高效学习等。

## 2.2 对比抽象概念,提升教学效果

通过对比软件工程等多维度概念,降低教学内容抽象性。从程序实践过程(客观世界到概念世界、人脑构思到计算机世界)介绍程序设计的问题抽象及表示求解方法、算法及数据结构设计、编码实现与运行验证。从客观世界对象及其关系讲授构造数据类型描述世界、变量存储和访问管理方法;从工程实践要求讲解模块化程序设计的功能分解及其代码安全、数据安全和性能评价,面向对象程序设计的代码共享与软件集成等;根据不同知识点优选对比概念,增加知识亲和性,提升知识和技能的可接受度。

## 2.3 例举实践过程,强化应用培养

程序设计具有创建技能的作用且个性鲜明、灵活复杂。从问题导向出发,借助CDIO工程教育构思、设计、实现和运行思想,可进一步细化扩展为问题提出、形式化表示与方法分析、算法设计、数据结构设计、编码实现、运行验证,涵盖到胜任力的计算知识、专业知识和技能及品行教育。

因此,应培养学生养成良好的思维习惯,提高探索、分析、设计能力和编程技能,强化品行教育。在大作业中让学生组建团队,锻炼其项目分析、设计、实现和管理能力;综合语言知识和编程技能列举应用实例,融入需求分析、总体设计、详细设计、编码实现和运行验证等知识点和编码技能,提升综合设计实践能力,培养软件工程思想,使学生在团队合作中养成自主探究学习、协作互助的习惯。

## 2.4 通过一题多解,培养创新意识

问题答案只有唯一 What to do(求解目标),但有多个 How to do(求解方法、算法、数据结构),可分别采用公式计算、循环递推、函数递归等不同算法编写不同程序。进一步,通过算法时间、空间复杂度分析可了解程序质量评价方法,引导设计优质程序,培养学生创新意识。

在课后作业中,教师可布置同一问题,要求用不同算法进行编码,通过比较讲解案例和多样化作业来扩展学生的问题求解思路,将抽象算法的时间、空间复杂度概念具体化,使分析、评估和创建技能在教学中得以实施。

## 2.5 完善教学过程考核,重视胜任力综合评价

目前,学生评价采用多元评价标准,大体分为定性评价和定量评价。定性评价在学生观看视频时长、章节、同一道作业提交次数、答疑提问/回答时间和次数等方面,大体反映了学生学习态度、用功程度、困难情况和个人喜好等,更多是学生品行感性评价;定量评价在作业、测验、实验、大作业和考试成绩方面,以胜任力模型中技能等级作为学生学习成效评价标准,主要考察学生语言知识和编码知识及程序设计能力,形成学生胜任力综合理性评价。

作业、小测验、实验、考试等依据胜任力模型技能等级命题,可全面考察学生不同等级知识、技能学习成效分布。其中,作业、测验、考试命题的记忆、理解主要考查语言知识(词法、语法、语义等),主要题型为选择、概念填空、名词解释等;应用、分析主要考查程序知识(完整性、结构合法性、功能实现性),主要题型为程序阅读写结果、程序语句

或表达式填空等;评估、创建主要考查编码知识和能力(问题抽象表示、数据结构和算法设计、编码实现与验证),主要题型为程序设计。

大作业为平时作业之一,重点考察学生创新能力,全面涵盖胜任力的知识、技能和品行,由2~3名学生组成小组,在课后2周内完成完成数据管理或智能数据分析等项目,组内互相打分占40%、小组演示答辩打分占60%,再折算为个人得分,最后折合权值较大的平时作业成绩。

中国石油大学(北京)克拉玛依校区计算机系以平时与期末并重的考核方式进行打分,期末50%=知识20%+技能30%;平时50%=考勤5%+平时作业30%+3~4次小测验15%。作业、小测验、期末考试均在网上进行,学生可及时看到结果,师生均可了解学情。其中,解题方式、算法设计的多样性、复杂性增设不超10%附加分,总分满分限定100,以此激励学生创新思考,这种考查既兼顾了教学的基础性,又凸显了技能性、应用性、创新性。

### 3 基于教学成效导向OBE的品行教育与课程思政

品行是胜任力的重要组成部分,表现为为什么做、为谁做和如何积极参与等。对于程序设计而言,品行教育包括选择何种计算机语言、工具平台、开源资源等。胜任力的品行教育要延扩到正确人生观、世界观和价值观更大的品行教育,即课程思政。

在教学过程中,牢记为党育人、为国育才教育使命,落实立德树人根本任务,推动课程思政建设。本科一年级学生的气质、天资差异小,但学习目标、学习动力、自身要求、刻苦进取精神、认真求实态度等品行不同。课程思政不仅要强化思想政治教育,还是正常思政教育的有效补充,甚至发挥了思政教育的主渠道作用,起到了形成良好学习态度、积极上进动力、攻坚克难精神及引导树立远大目标的作用,即大品行教育。

#### 3.1 挖掘思政元素,融入程序设计教学

从我国发展进步的过程中挖掘社会价值导向,引导学生践行社会主义核心价值观,结合课程知识、技能要求挖掘课程思政元素,不仅能提升教学知识、技能的可用性、吸引力,还能将国家发展成就、优秀文化、制度自信等植入学生的思想意识中,提升民族自信和文化认同,起到思政教育的价值引领作用,从而提升课程整体价值。

#### 3.2 巧设教学衔接,注重“政”“专”互动

通过巧妙设计教学内容,避免生硬塞入思政要素,使学识技能与思想修养有效联动、良性互动和相互促进。例如从高铁、出租车发展的科技进步等出发,过渡到基于公式、循环、递归的计价器设计,以增强学生民族自豪感和自信心;从国家经济实力奠定高考扩招基础,为广大学生提供深造机会,表明国家发展亟需高层次人才,然后过渡到师生管理,再到结构体知识点,让学生珍惜学习机会,培养

学生奉献国家的家国情怀品行。

#### 3.3 采用多样形式,深化思政成效

弘扬古今中华英雄人物、先进事迹,传承中华民族人文优秀品质,充分挖掘理想责任和职业精神等思政要素。在教学过程中,综合运用教学方法和教学手段,在学识技能教学中嵌入思政元素,作到平滑过渡,提升学生的思政可接受度。在线上线下教学中提前发布学习任务,引导学生自主思考与讨论,使互联网+思政成为育人新常态,润物细无声地传导社会主义价值观,培养学生树立正确的三观,使其具备良好的规范品行。

#### 3.4 提升思政意识,落实育能育德

发挥教师在课程思政中的引领主导作用,提升教师育德育才能力。教学团队教师具有扎实的知识技能和良好的思想素养,应当自觉提升课程思政理念、自身育德意识,将思政教育贯穿教学过程,开展课程思政研讨、参加专题培训,紧扣教学目标设计知识技能与思政衔接点,在教学中顺利开展课程思政。

各教学团队应积极分享育德育人经验,使团队教师都能体会到育德育才的获得感、幸福感。教师应谨记立德树人初心,正所谓其身正,不令而行,学生就亲其师,信其道,以潜移默化地培养学生的人文关怀和责任担当品行。

## 4 实践成效

#### 4.1 延伸教学实践,培养应用能力

中国石油大学(北京)克拉玛依校区每年举办计算机技能大赛(C语言程序设计),鼓励学生参加蓝桥杯全国软件与信息技术专业人才大赛、中国高校计算机大赛团体程序设计天梯赛等。程序设计类大赛中省赛和国赛成绩逐年提升,例如获新疆赛区高校特等奖、团队特等奖和全国总结赛奖项等,不仅检验了教学效果,还激发了师生教与学的热情,有效实现以赛促教。

近年来,指导学生科创团队开展计算机应用系统研发,每年参加团中央创青春、挑战杯和教育部互联网+、中国大学生计算机设计大赛等也取得了较好的成绩。例如,在中国大学生计算机设计大赛每年获新疆赛区一等奖和全国总结赛二等奖多项。通过参加程序设计类大赛,学生深刻领会到程序设计的基础性、技能性、应用性、实用性,并在科创作品研发过程中直接突显了以学生为中心,实现了胜任力培养的目标,有效落实了新工科教育、计算思维培养。

#### 4.2 获得教学建设成效,助力团队教师成长

近年来,中国石油大学(北京)克拉玛依校区计算机系教学团队坚持创新教学,承担教育部产学研协同项目、新疆自治区教育厅综合教改、校级教材建设项目立项及石油工业出版社教材出版基金项目等,取得了一些教学荣誉:①获校首批优秀教学团队;②团队教师获校教学名师、校

品牌课教师、计算机大赛优秀指导教师等称号;③C语言程序设计课程也取得多项荣誉,例如精品课程、百门优质课程之金质优课、5项教学成果奖等校级教学荣誉和新疆自治区线下一流本科课程;④出版《C语言及其程序设计》获北京高等学校优质本科教材;⑤基于教学网络环境(如超星、希冀等)和通讯平台(腾讯会议等)还组织跨校的教研活动和教学观摩,实现了教学理念、教学资源的分享,可共同推进创新教学。

## 5 结语

程序设计教学是计算思维、新工科素养教育的载体,而胜任力培养是程序设计教学的重要方向或教学目标,程序设计胜任力是计算机类专业胜任力的子集,通过案例可涉及其他知识、技能,涵盖所有思想内涵,理顺程序设计教学内容,便能将胜任力的知识、技能和品行要素融入各章节中,方便教学实施。

本文基于OBE教学理念开展程序设计创新教学,以学生为中心构建程序设计教学生态;通过信息技术与教学深度融合,延伸课堂教学,深入掌握学情,落实以学生为主体、教师为主导教学模式;优秀教学团队建设助力教学环境、课程和教材的建设等,支撑持续高质量教学。同时,新工科教学人才必须具有完备的知识结构、实践技能扎实、思想品德端正。

综上,新工科、计算思维内涵深刻、丰富,培养程序设计胜任力成为了落实新工科和计算思维教育有效抓手。然而,持续提升新工科、计算思维教育认识,落实计算机基础教学质量的创新教学永远在路上,需要各教师团队不断努力。

### 参考文献:

- [1] CHEN G L, DONG R S. Computational thinking and computer fundamental education in universities[J]. China University Teaching, 2011(1): 7-11.  
陈国良,董荣胜. 计算思维与大学计算机基础教育[J]. 中国大学教学, 2011(1): 7-11.
- [2] GONG K. Thinking and exploring on the training of "excellent engineer"[J]. China University Teaching, 2010(8): 4-5.
- [3] LI G J. The direction of improvement of computer education in universities[J]. Communication of the CCF, 2020(12): 1-2.  
李国杰. 大学计算机教育的改进方向[J]. 中国计算机学会通讯, 2020, (12): 1-2.
- [4] ZHANG M, CHEN J. Influence of ACM/IEEE CC2020 competency model on the development of computer education in China[J]. Computer Education, 2023, 4(10): 3-8, 14.  
张铭,陈娟. ACM/IEEE CC2020 胜任力模型对中国计算机教育发展的影响[J]. 计算机教育, 2023, 4(10): 3-8, 14.
- [5] 20 Person Forum Report Preparation Group for Computer Education. Computer education and sustainable competitiveness[M]. Beijing: Higher Education Press, 2019.  
计算机教育20人论坛报告编写组. 计算机教育与可持续竞争力[M]. 北京:高等教育出版社, 2019.
- [6] CHEN J Q, CUI W T, GAO W W. Practice and exploration of "project-based teaching with integration of theory and practice" based on the OBE concept[J]. Computer Education, 2022(12): 214-220.  
陈久强,崔文婷,高巍巍. 基于OBE理念的“理实一体项目式教学”实践探索[J]. 计算机教育, 2022(12): 214-220.
- [7] LI G H, ZHAO J H, WU W J, et al. C language teaching based on teaching team construction[J]. Computer Education, 2015(2): 24-27.  
李国和,赵建辉,吴卫江,等. 基于教学团队建设的C语言教学[J]. 计算机教育, 2015(2): 24-27.
- [8] LI G H, WU W J, ZHAO J H, et al. Research and practice of program integration curriculum design for the new newengineering[J]. Computer Education, 2021(9): 119-122.  
李国和,吴卫江,赵建辉,等. 面向新工科的程序综合课程设计与实践[J]. 计算机教育, 2021(9): 119-122.
- [9] LI G H, ZHAO J H, ZHU Y, et al. C language and its programming[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2018.  
李国和,赵建辉,朱瑛,等. C语言及其程序设计[M]. 北京:电子工业出版社, 2018.
- [10] ZHAO J H, LI G H, ZHANG X M. Learning guidance and practice of C language[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2018.  
赵建辉,李国和,张秀美. C语言学习辅导与实践[M]. 北京:电子工业出版社, 2018.
- [11] LI G H. Problem solving based on search strategy —— data structure and C language programming integrated practice[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2019.  
李国和. 基于搜索策略的问题求解——数据结构与C语言程序设计综合实践[M]. 北京:电子工业出版社, 2019.

(责任编辑:刘嘉文)