

“以赛促学，以赛促创”背景下基于OBE理念的 计算机人才培养模式

高洁^{1,3,4}, 赵满坤^{1,3,4}, 徐天一^{1,3,4}, 赵越^{2,3,4}, 于健^{1,3,4}, 刘志强^{1,3,4}

(1. 天津大学智能与计算学部; 2. 天津大学信息与网络中心;
3. 天津市先进网络与应用重点实验室; 4. 天津市认知计算与应用重点实验室, 天津 300350)

摘要: 新工科建设是工程教育改革的主导方向, 计算机专业能力的培养对于新工科人才培养具有至关重要的作用。目前, 计算机核心专业课教育难以满足人才培养需要, 由此以国家对新工科建设的要求为指引, 将竞赛项目引入核心专业课教学环节, 通过竞赛促进双创人才培养, 构建了智能与计算大类专业能力多维培养模式。该模式旨在培养具备家国情怀、全球视野、创新精神和工科实力的学生, 满足国家对新工科人才的需求。

关键词: 程序设计原理; 以赛促学; 大学生创业创新; 计算机基础教育; 新工科建设

DOI: 10.11907/rjtk.241445

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)008-0056-06

Computer Talent Training Mode Based on OBE Concept under the Background of "Promoting Learning and Innovation through Competition"

GAO Jie^{1,3,4}, ZHAO Mankun^{1,3,4}, XU Tianyi^{1,3,4}, ZHAO Yue^{2,3,4}, YU Jian^{1,3,4}, LIU Zhiqiang^{1,3,4}

(1. Department of Intelligence and Computing, Tianjin University; 2. Information and Network Center of Tianjin University;
3. Tianjin Advanced Network and Application Key Laboratory;
4. Tianjin Key Laboratory of Cognitive Computing and Applications, Tianjin 300350, China)

Abstract: The construction of emerging engineering disciplines is the leading direction of engineering education reform. The cultivation of computer professional abilities is an important component of talent development and plays a crucial role in the cultivation of emerging engineering talents. At present, the education of computer core courses is difficult to meet the needs of talent cultivation. This article is guided by the national requirements for the construction of emerging engineering disciplines, introducing competition projects into the teaching process of core professional courses, promoting the cultivation of entrepreneurial talents through competitions, and constructing a multi-dimensional training model for professional abilities in the fields of intelligence and computing. This model aims to cultivate students with patriotism, global perspective, innovative spirit, and engineering strength, to meet the country's demand for emerging engineering talents.

Key Words: programming principles; promoting learning through competitions; college student entrepreneurship and innovation; basic computer education; emerging engineering construction

收稿日期: 2024-06-13

扫描二维码阅读全文:



基金项目: 天津市普通高等学校本科教学质量与教学改革研究计划项目(2023); 天津大学数字化赋能人才培养能力提升专项研究项目(2024)

作者简介: 高洁(1990-), 女, 天津大学智能与计算学部工程师, 研究方向为图像处理、计算机实践教学; 赵满坤(1990-), 男, 天津大学智能与计算学部工程师, 研究方向为信息检索、教育信息科学; 徐天一(1989-), 男, 天津大学智能与计算学部高级实验师, 研究方向为知识图谱、区块链; 赵越(1990-), 男, 天津大学信息与网络中心工程师, 研究方向为教育信息化; 于健(1974-), 男, 天津大学智能与计算学部正高级实验师, 研究方向为信息检索、数据挖掘; 刘志强(1994-), 男, 天津大学智能与计算学部工程师, 研究方向为图像处理、计算机实践教学。本文通讯作者: 刘志强。

0 引言

新工科建设对于培养新时代人才具有重要作用,随着教育部积极推进,先后形成了“复旦共识”^[1]、“天大行动”^[2]和“北京指南”^[3]等一系列文件,推动高校加快体制机制创新,为我国产业发展和国际竞争提供智力和人才支撑。当前,计算机基础教育不能完全适应时代发展对人才培养提出的新需求,且存在教学过程、实践与创新创业教育脱节的问题^[4]。通过探索新的教学模式,将授课、实践与创新创业教育结合起来,全面提高学生各项能力,对国家新工科人才培养具有重要意义。

1 相关研究

1.1 近年国家政策发展

近年来,国家对计算机基础课程建设和创新创业教育提出了更高要求。随着国家“新工科”计划的开展,计算机基础课程需要紧跟科技发展趋势,强调学生工程实践能力培养,提高学生创新能力和问题解决能力^[5]。在基础学科教育中,创新创业教育成为高等教育的热点,国家将其作为培养学生综合素质和就业能力的重要手段,要求大学开设创新创业类课程,鼓励学生积极参与创新创业实践活动。此外,国家还实施了“双创计划”,鼓励创新创业团队和个人在各领域进行创新创业实践^[6]。在此背景下,计算机基础课程需要与创新创业教育相结合,以提高学生的综合素质和应对未来职业发展的能力。学校应该积极响应国家政策,根据本校的特点和优势,建设具有创新创业精神和实践能力的计算机基础课程,鼓励学生参与创新创业实践,培养学生的创新意识和实践能力。

1.2 竞赛与教学领域发展

近年来,随着SPOC(Small Private Online Course)教学模式与OBE(Outcome-Based Education)教学思想的普及,越来越多的教学团队尝试将SPOC教学模式引入计算机学科基础教学^[7]。计算机学科教育注重实践与实效性,内容涉及大量的实践内容且贴合发展动向。SPOC教学模式强调学生的个性化学习,通过在线视频、互动式课程、在线测试、作业和讨论等方式,为学生提供丰富多样的学习资源和学习支持^[8]。OBE教学思想则强调以学生为中心,关注学生的学习成果和能力发展,以达成以学生学习目标为核心,倡导“能力导向”的教学模式^[9]。

计算机学科竞赛是计算机学科教学的重要组成部分^[10],它不仅激发学生的学习兴趣,还能增强他们的自信心和学科竞争力,促进学生的综合素质发展^[11]。然而,也发现教学过程中一些学生可能会过分关注竞赛结果而忽视了基础学科教学的重要性,这样会影响他们对学科基础知识的掌握和学科发展^[12]。为了更好地发挥竞赛的

积极作用,应在计算机基础学科教学中合理利用竞赛,在实践中,教学组将竞赛和基础学科教学相结合,同时注重学生的思维能力和创新能力培养,借助SPOC教学模式,形成“以赛促学,以赛促创”的辅助教育教学模式,以提升学生的计算机基础学科能力和创新创业实践能力。

计算机学科竞赛主要涉及程序设计原理、数据结构和算法设计与分析3门课程,它们都是计算机专业中最为基础和核心的课程,对于计算机专业学生而言具有重要意义。学习这些课程可以培养学生的程序设计能力和算法设计能力,提高他们的编程水平和问题解决能力。此外,这些课程也是开展计算机领域科学研究和工程实践的基础。在专业核心课程教学过程中引入竞赛,不仅可以为学生提供更多的实践机会,锻炼他们的实践能力,还可以促进学生之间的合作和竞争,培养学生的团队协作精神和竞争意识。通过SPOC教学模式,学生可以获得更加个性化的学习体验,有利于提高学习效率和质量。同时,OBE模式的引入,更加注重学生的能力培养,使得竞赛与基础教学相互融合,促进学生的全面发展。

1.3 当前授课模式存在的问题

目前,计算机基础教育中存在一些问题,可以分为3个方面:①存在授课模式与实践内容不充分的问题;②授课方式过于单一,难以满足学生需求;③存在授课过程与创新教育脱节的现象。下文将对目前计算机基础课程中存在的问题及面临的挑战进行分析。

1.3.1 授课模式与实践内容不充分

传统的计算机基础课程过于注重理论知识传授,而忽视了实践能力培养,导致学生难以将理论知识转化为实际应用建模与编程实现^[13]。授课时过于依赖教师讲授,且传统的实践作业与教学内容存在差距,导致实践内容无法与内容有效结合,实践内容无法很好地辅助学生巩固理论知识学习;考试时过于依赖试卷反馈。对此,应增强“过程化考核”的权重与占比,不同于以往完全依靠期末考试成绩的做法,“过程化考核”鼓励学生更加注重学习的过程,削弱了传统考试的成绩占比,在一定程度上缓解学生过分依赖“考前冲刺”的现象。

1.3.2 授课方式过于单一

现有的授课内容和模式难以满足不同学生的学习需求,且过度关注知识的传递而忽视了学生的思考和探究。当前,程序设计原理课程主要依靠教师授课,理论知识是抽象、浓缩的,而实际问题是具体、复杂、综合的,学生的理解能力、接受方式也因人而异。需要采用更加多元化的方式进行讲授,为学生提供更丰富的学习平台,同时更好地引导学生进行编程思考和编程实践,可考虑引入竞赛,多方位、全方面地培养学生的动手能力,提升学生综合素质。

1.3.3 授课过程与创新教育脱节

计算机基础教育与创新创业教育的结合不够紧密,缺少课程内容深入转化的桥梁,难以对学生创新思维和实践

能力进行培养。近年来,国家高度重视大学生创新创业训练计划、“互联网+”大学生创新创业大赛等比赛,培养学生创新思维和实际问题解决能力。然而,比赛大多靠学生自愿参与,在课程教学环节涉及创新创业内容较少,因而参加比赛较少的学生难以得到充分锻炼。

这些问题的存在使得计算机基础教育对学生专业能力和双创能力培养存在不足。需要对计算机基础课程进行创新和改革,计算机学科竞赛内容丰富,借助计算机学科竞赛可以夯实专业知识基础,使学生进一步深入理解计算机学科原理知识与应用,将诸多竞赛与基础教育融合,培养学生的实践能力、创新能力和团队协作精神,以满足国家对计算机人才的需求。

2 人才模式构建

基于计算机核心课现有问题,教学团队将诸多竞赛项目引入基础学科教学,以竞赛助力智能与计算大类双创能力多维培养模式构建,解决方案如图1所示。立足问题导向,教学团队设计了“以赛促学”“以赛促创”相结合的人才培养模式。在“以赛促学”部分,教学团队将竞赛引入教学过程,辅助基础学科教学;在“以赛促创”部分,教学团队推动竞赛创业相融合,立足多学科交叉融合运用,引导双创人才培养。

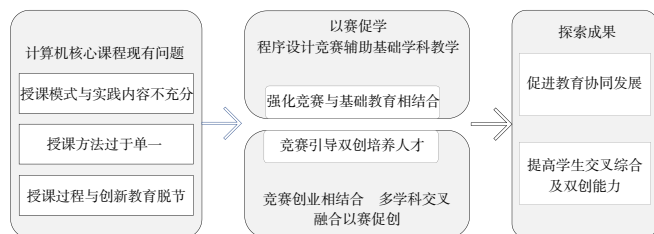


Fig. 1 "Promoting learning through competition and innovation" promoting basic education and cultivating entrepreneurship and innovation talents

图1 “以赛促学,以赛促创”推进基础教育与双创人才培养

2.1 程序设计竞赛辅助基础学科教学

程序设计竞赛是计算机学科中的一种重要竞赛形式,其重点在于锻炼学生的编程技能、算法思维和团队合作能力。参加程序设计竞赛能够激发学生的学习热情,提高他们的编程水平和问题解决能力。此外,程序设计竞赛还能促进学生之间的竞争和合作。目前,关注度较高的比赛有“ICPC设计大学生程序设计竞赛”^[14]和“CCPC全国大学生竞赛”等。程序设计竞赛更加专注于程序设计、算法设计与分析、数据结构3门课程的扩展及应用。

2.1.1 程序设计竞赛资源建设

教学中使用在线评测平台(Online Judge)辅助进行程序设计教学^[15]。对于大部分学生而言,竞赛的高度与难度高于课程内容教学,因此教学团队在构建在线评测平台的过程中严格控制题目质量,做好学科基础教学与竞赛的衔

接。阶梯设置竞赛题目难度可在一定程度上促进学生的自我学习和自我提高,同时也可鼓励学生对计算机学科作更深入的探索。

学科竞赛是辅助教学的手段,应很好地衔接当前课程内容。例如,在进行程序设计原理课程教学时,讲到数组环节,可以设置求数组均值、方差的相关题目,通过在线评测平台实现实时反馈。传统SPOC模式中,学生的编程练习反馈慢、目标不明确,程序鲁棒性难以保证。以在线评测平台作为辅助的教学模式能够给予学生明确的目标,要求程序完成既定功能并通过所有测试样例,促使学生边学边练并获得及时反馈^[16]。同时,在线评测平台的时限和内存限制必然要求学生在完成代码时选择执行效率更高、内存空间利用更为合理的程序组织方式,有利于学生有目的地调优代码。在线评测平台的快速高效反馈模式为学生提供了更优的纠错空间和编程思考过程。

如图2所示,教学团队通过广泛收集经典和最新题目,构建了庞大的题库,并对每道题目的解题难度和所涉及的知识进行标注。在教学阶段中,依照教学进度选取难度适合题目并组织为竞赛形式的练习。其中,每次授课后都将布置开放式的竞赛,设置一两周的截止期限,让学生利用课余时间作答,切实做到教学与实践相结合。同时,每隔一段时间利用课上时间设置封闭式竞赛,让学生在限时的条件下作答,以检测学生对知识的掌握情况。学生在测评平台的每次提交都会生成提交记录,包含提交时间、错误类型和代码性能等信息。同时,在竞赛之外,学生还可以通过在线测评平台自由选择题目进行练习,方便学习进度较快的学生挑战自己或针对自身不足进行专项练习。

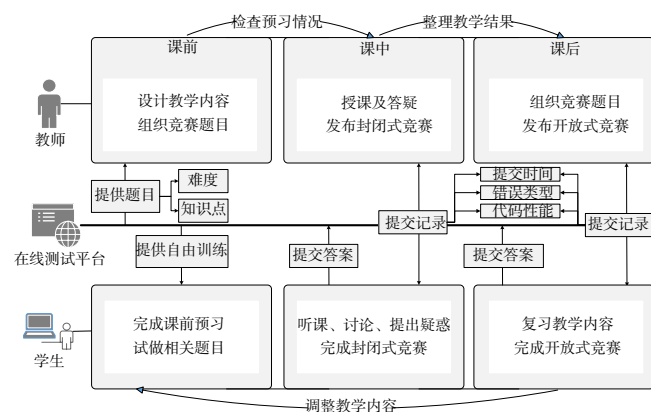


Fig. 2 Construction mode of online testing platform

图2 在线评测平台建设模式

2.1.2 强化竞赛与基础学科教育结合

在教学过程中,充分发挥竞赛的实践训练和阶段性测试功能,做到教学环节与竞赛相结合,竞赛为教学提供成果反馈的目标。具体而言,教学团队依据开放竞赛和封闭竞赛的特点各有侧重地查看竞赛完成情况。如图3所示,开放竞赛主要对学生的能力进行训练,在答题过程中学生可以查看资料进行边学边练。封闭竞赛则不允许学生查

看相关资料,需要学生在限时条件下完成,以更真实地反映学生的知识掌握情况。通过对这两种竞赛形式的联合分析,教学团队可以获得班级总体和学生个体的教学成果反馈。例如,对于课上讲过的并不太难的知识点,在竞赛反馈中错误人数仍然很多,则很可能是课堂纪律存在问题,需要加强课堂纪律,确保学生充分吸收课堂知识。再例如,某学生在开放竞赛中表现良好,总能达到很高的准确率,但在封闭竞赛中却表现不好,总是低于班级平均水平,则可能是该生学习状态存在问题。教学团队会重点关注在两种竞赛中表现差别较大的学生,确保学生保持较好的学习状态。

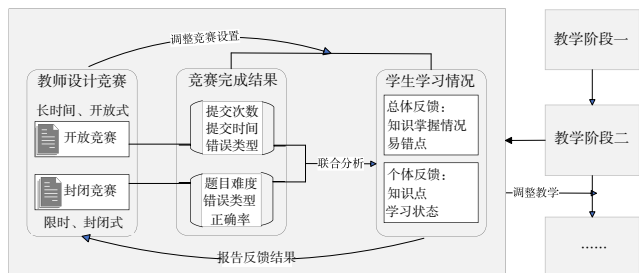


Fig. 3 Stage teaching achievement feedback mode

图3 阶段性教学成果反馈模式

教学团队围绕OBE理念中的“以学习者为中心、成果导向、持续改进”这3个要素设计阶段式、周期性的教学框架。其中,在每个教学阶段都会组织若干场竞赛,在通过图3所示的机制获得阶段性教学成果的反馈后,除将反馈结果通知给学生,以便其进行自主的查漏补缺外,教学团队也将依照反馈结果对授课过程和后续竞赛设计进行调整。教学改革创新性在于快速反馈过程。例如,在程序设计原理课程教学中讲到“指针”时,发现大部分学生对于“数组指针”和“指针数组”两个概念产生了困惑,在相关竞赛练习中出现了总体错误提交次数多、发生同一错误人数多的问题,教学团队需在下一阶段授课之前,及时根据竞赛反馈结果设计新的教学内容,重点突出讲解相关知识的典型案例,并在随后的竞赛中针对学生的薄弱知识点设计相关题目,并与下一阶段的新知识融合,合理设置竞赛的挑战度,帮助学生增加对相关知识的理解,锻炼学生解决综合问题的高阶能力和素质。这种阶段性、多周期的教学模式有助于及时发现教学环节中的问题,并进行及时改进。

在教学考核环节,考虑参考竞赛形式灵活设置课程考核方式,根据课程要求不断改进和完善。实践性教学内容推广研讨式教学,增加前沿学术论文阅读量,以小组项目培养学生动手能力和沟通能力,以答辩方式进行考核。理论性教学内容可采取撰写小论文、读书报告等方式,结合开卷考试、撰写立项书等多种考核方式。根据课程的特点针对性采用多种考核方式,最大限度地拓展实践性课程内容,提升理论性课程高度,有效提升学生运用课中所学知识解决实际问题的能力,加强学生对人工智能相关知

识体系的构建。

2.2 竞赛引导双创人才培养

大学生创新创业教育在人才培养中扮演着重要角色,然而创新创业和基础学科教育之间存在一定差距,理论知识难以向创新创业实践转化。因此,教学组以竞赛作为桥梁,全国大学生“恩智浦杯”智能汽车竞赛和“RoboCup机器人中国公开赛”等竞赛和创新创业项目联系紧密,有助于学生完成从竞赛到创业的转化。

创新创业需要具备全面的素质和能力,包括创新思维、创新能力、创业能力、风险意识、实践能力、自我管理能力、团队合作能力等。在加强引导竞赛与创新创业结合的过程中,教学团队以具有很高挑战度的机器设计类竞赛为核心,坚持目标导向,促进学生们在与其他团队的竞争以及和团队成员的合作中获得综合能力提升。如图4所示,机器设计类竞赛具有目标明确、多领域、实践性强等特点,此类问题通常涉及具体实际问题,能够考验参赛学生的分析、设计、创新等能力,并且具有高阶性,可培养和考验学生的多学科交叉能力。再者,可以借鉴竞赛的形式设计实际问题相关的专项实验与项目,让学生自主深入到实际问题中,提升理论知识的应用能力,进而提高学生创新性。此外,“以赛促创”还可提高学生的团队合作与交流能力,这在面对实际问题时至关重要。

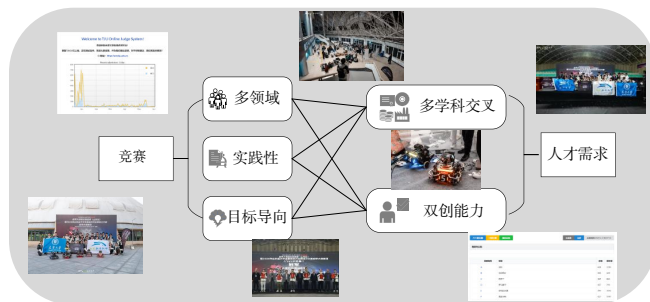


Fig. 4 The competition promotes the training of entrepreneurship and innovation talents

图4 竞赛推动双创人才培养

2.2.1 加强引导竞赛与创新创业结合

平台通过创新创业竞赛,统一规划本科生至研究生培养过程,践行“三融合”方案,将理论与实践融合,构建全方面创新创业人才培养体系;教学与科研融合,将科研资源转化为教学资源;能力与素质融合,始终将思政素质教育放在首位,由此深化学科交叉培养。

注重逐步培养学生的创新意识和创业能力,并建立了多层次、逐渐提高的能力培养体系:从入学开始实施全面的创业基础培养,到中高年级时,对有基础的学生进行创业实践性培养,最后实现创业项目孵化落地。以学科竞赛、创新创业项目和科研课题为主要形式,根据自身特点、专业背景及科研兴趣,将学生分配到不同的团队并扮演重要角色,切实提升了其创新意识、创业能力、组织协调表达能力和学科交叉综合能力。在培养过程中,通过教师评价、学生互评与工作成果分析等方式,针对学生的价值观

念和学习表现给予阶段性综合评价,不断提升学生自我认知水平,引导学生全面发展。经过“双创+三融合”的培养模式,学生最终成长为具备学科交叉综合能力的卓越 IT 人才。

2.2.2 引导多学科交叉融合

为了顺应当今学科从“高度分化”走向“交叉融合”的发展方向,平台以促进多学科交叉融合为基本理念和目标,兼收并蓄其他学科的观点和方法,提高解决学科交叉问题的综合能力,着力培养富有创新精神和实践能力的各类创新型、应用型、复合型优秀人才。

教学团队通过竞赛的形式拓宽学科交叉融合的专业范围,从计算机、软件、自动化、精仪、机械、材料逐步扩展到管理、医学等专业,开展科研活动,让不同的思维、观点、理论相互碰撞,产生创新火花。同时,不断促进学科交叉融合深度,将多专业的知识基础、实践应用相结合。

除规范化的校内培养外,校企合作项目和科研也充分体现了“以赛促创”的探索成果。目前已开展的校企合作项目中,涉及了定位、人脸识别、指纹识别、蓝牙、距离传感器等内容,科研课题包含几何与医疗、图像处理、深度学习与医疗、机器学习与能源、机器人运动学等内容,涉及多个领域的知识,在一定程度上打破了传统的专业划分,具有极高的现实意义。

3 实施成果与应用推广

3.1 竞赛推动教学工作进步

通过将竞赛引入教学过程,相关课程的教学成果有了长足进步。如表 1 所示,通过改革前后的学生评教结果可以看出,改革后的教学对于学生的学习更加友好。

Table 1 Comparison of teaching evaluation of programming principles in the first semester of the 2022–2023 and 2023–2024 academic years

表 1 2022–2023 与 2023–2024 学年第一学期程序设计原理评教比较

评教内容	2022–2023 第一学期	2023–2024 第一学期
问卷总数	113	119
回收总数	118	122
百分制得分	91.43	96.87
五分制得分	4.57	4.84

评教问卷中包含 10 个客观评级问题,从总体评价、师生互动、持续改进、教学内容和教学设计等方面,从非常不满意到非常满意设置级别,反映学生对授课过程和自身学习成果的态度。此外,问卷还设置了主观意见部分,以征求学生对教学改进的意见和建议。经过对这两次教评问卷的汇总分析发现,经过教育改革,学生们普遍对师生互动和教学设计方面更加满意,许多学生给出了“作业练习十分及时”“课上学到的内容和作业内容联系紧密”“老师认真负责”“内容充实”等反馈。

3.2 竞赛推动学生交叉综合能力与双创能力提高

表 2 列举了当前培养平台取得的成果。在将竞赛引入学生双创能力培养过程之后,平台培养研究生、本科生数量稳步增加,各项竞赛团队人数逐渐增加,学科竞赛已培养优秀学生近 500 余人,使得精仪、建工、自动化、微电子、计算机、软件、机械等学院的多个专业的学生广泛积极参与学科竞赛,在不同专业的思维碰撞中加强了学生的交叉学科能力。参与竞赛的学生表现整体优于同级学生,多名同学进入世界和国内名校深造。

Table 2 Achievements of online evaluation platform

表 2 在线评测平台成效

平台取得成就	数量
学生提交专利申请	200 余项
培养研究生	108 人
培养本科生	800 余人
程序设计队员	40 余人
RoboMaster 机器人队员	50 余人
恩智浦智能车队队员	20 余人

在 2024 年最新的相关竞赛中,天津大学北洋机甲团队在 RoboMaster2024 机甲大师高校联盟赛(山东站)中取得一冠一亚的优异成绩,在 3v3 对抗赛中荣获冠军,在步兵对抗赛中荣获亚军,打破了校纪录。

3.3 促进教育协同发展

随着平台建设的推进,平台影响力也不断扩大,得到了合作单位、用人单位和兄弟学校的认可,形成了良好的社会示范效应^[17]。

(1) 形成优秀示范效应,带动天津地区其它学校学科竞赛发展。天津大学提供技术和人才支持,帮助这些高校开展学科竞赛活动,包括竞赛组织、辅助训练等。

(2) 平台模式可供其他高校学习借鉴。平台建成以后,天津大学接待了多所知名高校来访,来访学校对平台的培养模式表示肯定,并在各自创新创业基地和学科交叉平台建立过程中进行借鉴。

(3) 培养模式和效果获得学生和用人单位认可。调研显示,已经参加工作或成为企业领导的学生表示深切地从平台各方面受益,自己的能力水平和综合素养得以极大提升。

3.4 其他相关成果

除教学和实验结果的改进外,教学团队还取得了一系列其他成果。

(1) 面向全校学生开设选修课《编程之美——面向竞赛的算法基础》课程,并出版教材《ACM/ICPC 算法基础训练教程》,该教材已作为“‘十一五’国家级规划教材”在清华大学出版社出版。教材为支持全校算法课程建设作出了贡献,也增强了面向非计算机专业学生的算法竞赛培训。

(2) 成立了爱创空间社团,吸引有兴趣的学生加入。俱乐部每周都举办技术讲座,邀请教授讲解机械和算法相

关知识。俱乐部还组织学生参加全国大学生“恩智浦杯”杯智能车竞赛和“RoboMaster”全国大学生机器人大赛等综合型竞赛,取得了优异成绩。

4 结语

“以赛促学”将竞赛融入学生平时的学习生活中,为利用专业知识实际问题提供了指导,具体问题也可反过来指导学生进行专业知识学习。同时,根据竞赛经验选择灵活的考核方式可提高学生的学习兴趣,从而发挥其主观能动性。“以赛促创”通过竞赛的形式培养了学生的创新精神和创业能力,不同领域的知识融会贯通,也实现了多学科交叉人才培养。这些为学生今后的深造或工作,提供了有意义的实践经验。

在未来工作中,如何平衡课程教学与竞赛内容,如何设置合理的考核形式,在保证学生基本掌握专业知识的前提下提高其解决实际问题的能力,都需进一步探索和实践。

参考文献:

- [1] Fudan Consensus on the construction of "new engineering" [J]. Research in Higher Education of Engineering, 2017(1):10-11.
“新工科”建设复旦共识[J]. 高等工程教育研究, 2017(1):10-11.
- [2] "New engineering" construction action route ("Tianda Action") [J]. Research in Higher Education of Engineering, 2017(2):24-25.
“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.
- [3] The construction of new engineering disciplines forms a "Beijing Guide" [J]. Research in Higher Education of Engineering, 2017(4):20-21.
新工科建设指南(“北京指南”)[J]. 高等工程教育研究, 2017(4):20-21.
- [4] YU M, YU R G, WANG J R, et al. Research on the combination of programming course teaching and subject competition [J]. Laboratory Science, 2019, 22(1):237-240.
喻梅, 于瑞国, 王建荣, 等. 程序设计类课程教学与学科竞赛结合的研究[J]. 实验室科学, 2019, 22(1):237-240.
- [5] WU D, XU Y S, ZHANG X J, et al. Research on cultivating college students' innovation and entrepreneurship ability under the background of new engineering [J]. Journal of Higher Education, 2022, 8(23):26-29.
吴迪, 许宜中, 张晓俊, 等. 新工科背景下大学生双创能力培养研究[J]. 高教学刊, 2022, 8(23):26-29.
- [6] YAO W, XU X S, HU S S. Research on the path of guiding innovation and entrepreneurship education in universities with general secretary Xi Jinping's important discussion on technological innovation [J]. Journal of Northwestern Polytechnical University (Social Sciences), 2024(1):43-49.
姚威, 徐晓枫, 胡顺顺. 习近平总书记关于科技创新的重要论述指导高校创新创业教育的路径研究[J]. 西北工业大学学报(社会科学版), 2024(1):43-49.
- [7] ZHI Z L, CHEN X F, HE Y Z. Exploration of teaching practice of "smart Party courses" in universities based on SPOC model: a case study of Nan-ning Normal University [J]. Media Education, 2024(3):84-87.
植子伦, 陈喜凤, 何英姿. 基于SPOC模式的高校“智慧党课”教学实践探究——以南宁师范大学为例[J]. 传媒, 2024(3):84-87.
- [8] YU M, WANG J R, YU J, et al. Practice of blended online and offline teaching based on MOOC [J]. Computer Education, 2021(3):1-5.
喻梅, 王建荣, 于健, 等. 基于MOOC的线上线下混合教学实践[J]. 计算机教育, 2021(3):1-5.
- [9] LI Z, QIAO B J, YANG W, et al. Practice of multi-dimensional fusion teaching mode of data structure based on OBE [J]. Software Guide, 2024, 23(2):162-166.
李征, 乔保军, 杨伟, 等. 基于OBE的数据结构多维融合教学模式实践[J]. 软件导刊, 2024, 23(2):162-166.
- [10] FAN Y E, ZHANG J X. Investigation on the experiment teaching of principles of computer organization course based on the integration of subject competition and course design [J]. Software Guide, 2023, 22(6):182-186.
樊彦恩, 张俊霞. 学科竞赛与课程设计有机融合的计算机组成原理实验教学探索[J]. 软件导刊, 2023, 22(6):182-186.
- [11] WANG D, KANG Y Q, TAN Y, et al. A discussion on the cultivation of innovative and entrepreneurial talents based on discipline competition and the integration of industry and education [J]. Higher Education in Chemical Engineering, 2024, 41(2):104-109.
王丹, 康雅琦, 谭娅, 等. 基于学科竞赛与产教融合的创新创业人才培养探讨[J]. 化工高等教育, 2024, 41(2):104-109.
- [12] ZENG R, CHEN X D. The impact of subject competitions on the improvement of innovation ability of college students [J]. Journal of Higher Education, 2023, 9(20):57-59, 64.
曾榕, 陈宣东. 学科竞赛对大学生创新能力提升的影响[J]. 高教学刊, 2023, 9(20):57-59, 64.
- [13] LI Y, GUO X Y, LIANG Y C. Reform and practice of teaching mode for applied undergraduate computer program design courses [J]. Computer Education, 2020, 18(11):111-116.
李昱, 郭晓燕, 梁艳春. 应用型本科计算机专业程序设计类课程教学模式改革与实践[J]. 计算机教育, 2020, 18(11):111-116.
- [14] LIU J R, JIANG X F, ZHOU G Q, et al. The "Three integrations and two advancements" organizational management model of ICPC [J]. Computer Education, 2024(2):42-45.
刘君瑞, 姜学锋, 周果清, 等. ICPC国际大学生程序设计竞赛的“三融合两推进”组织管理模式[J]. 计算机教育, 2024(2):42-45.
- [15] XU Y P. Research on experimental blended teaching mode of programming course based on OJ [J]. Software Guide, 2022, 21(2):231-234.
徐燕萍. 基于OJ的程序设计类课程实验混合教学模式研究[J]. 软件导刊, 2022, 21(2):231-234.
- [16] ZHANG C X, ZHANG G B. Blended teaching practice of programming course based on "OJ+SPOC" [J]. China Management Informationization, 2021, 24(19):230-232.
张翠肖, 张国兵. 基于“OJ+SPOC”的程序设计课程混合式教学实践[J]. 中国管理信息化, 2021, 24(19):230-232.
- [17] ZHAO M K, XU T Y, ZHANG W B, et al. Exploration of teaching reform in program design courses under the background of new engineering [J]. Computer Education, 2023, 21(2):149-152.
赵满坤, 徐天一, 张文彬, 等. 新工科背景下程序设计类课程教学改革探索[J]. 计算机教育, 2023, 21(2):149-152.

(责任编辑:孙娟)