

工程教育认证背景下计算机硬件课程教学改革与实践

兰 勇,安毅生,明 洋,马荣贵,李 颖

(长安大学 信息工程学院,陕西 西安 710064)

[摘 要] 工程教育认证背景下,计算机专业硬件课程传统教学体系存在培养指标不清晰、教学内容枯燥、教学方法守旧、实践教学体系不完善等问题。针对传统教学中的上述问题,面向工程教育认证标准,以学生学习产出为导向,重构了计算机硬件课程知识体系,优化教学内容,设计了专业能力培养指标,改进了课程教学方法,多渠道、系统性地强化实践教学体系,改革了教学评价机制,从而全面增强学生的工程实践能力,持续提升计算机硬件专业人才培养质量。

[关键词] 工程教育认证;计算机硬件;以学为中心;混合式教学

[基金项目] 2019年度长安大学教育教学改革研究项目“工程教育认证背景下的计算机硬件课程教学改革”(300103302404);2019年度长安大学中央高校双一流建设专项“计算机组成原理在线开放课程建设”(300104292402);2018年度长安大学中央高校双一流建设专项“基于翻转课堂的计算机组成原理教学方法改革”(300104282424)

[作者简介] 兰 勇(1973—),男,四川绵阳人,工学博士,长安大学信息工程学院副教授,主要从事嵌入式系统与应用研究;安毅生(1972—),男,陕西西安人,工学博士,长安大学信息工程学院教授,主要从事分布式测控技术研究;明 洋(1979—),男,陕西榆林人,工学博士,长安大学信息工程学院教授,主要从事无线网络安全研究。

[中图分类号] G642.0

[文献标识码] A

[文章编号] 1674-9324(2021)28-0084-04

[收稿日期] 2020-11-20

计算机科学与技术是当今发展最迅速的学科之一,同时计算机科学与技术专业也是我国工科教育中在校生最多的专业^[1]。“计算机组成原理”等计算机硬件类课程是计算机专业的重要核心课程,也是计算机系统知识体系的重要组成部分,更是直接培养计算机硬件专业人才的重要途径。

近年来,经济建设与社会发展对计算机专业人才,尤其是计算机硬件专业人才提出了更高的要求。与此同时,随着习近平总书记提出:“加快推进国产自主可控替代计划,构建安全可控的信息技术体系。”^[2],让我们更进一步认识到加快计算机专业人才,尤其是计算机硬件专业人才培养数量和重要性的重要性与紧迫性。然而,相较于社会对计算机专业硬件人才的质量需求,国内高校计算机专业硬件课程传统教学过程存在如下问题。

1. 计算机硬件专业人才培养目标不够清晰。当前国内高校专门针对计算机硬件专业人才的培养目标定位仍比较模糊,硬件课程教学多偏重于理论教学,缺乏对学生工程实践能力的培养,学生实践创新能力较差,不能很好地胜任计算机硬件方面的专业工作。

2. 硬件课程教学内容枯燥,教学方法守旧。迫于教学进度的压力,教师多采用“满堂灌”“填鸭式”教学方式。同时,专业课程教学大纲各自为政,忽视课程间知识的承接与融合,相同的知识点在不同课程中重复赘述。学生不仅没有加深学习,反而深感迷茫,从而导致学生厌学,硬件专业知识掌握不够扎实。

3. 学生存在偏科现象。教学内容及教学方法的守旧,导致计算机专业学生普遍存在“重软轻硬”“喜软怕硬”的思想。例如在专业选修课选课中,选择硬件类选修课的学生比例明显偏低。从而进一步造成计算机硬件专业人才和专业能力不足的恶性循环的状况。

工程教育认证是国际通行的工程教育质量保障制度,是一种基于学习产出(Outcomes-based Education,OBE)的教育模式,其核心是确认工科专业毕业生达到行业认可的既定质量标准要求^[3]。针对计算机硬件专业课程传统教学中存在的不足,课程组为适应工程教育专业认证的要求,对计算机硬件课程教学进行了一系列的改进与创新。

一、重构课程体系,优化教学内容

系统和教学内容作了进一步梳理,厘清各个课程教
学内容之间交叉重叠的知识点,如表1所示。
由表1可知,传统计算机硬件及相关专业课程

为了改变学生“喜软怕硬”的课程学习思想,
近年来,课程组对现有的计算机硬件课程知识体

表1 计算机硬件课程体系中的交叉重叠知识点

知识点	对应的硬件课程
机器码、基本加法器、逻辑与移位运算、随机存储器工作原理、时序的基本概念	数字逻辑、计算机组成原理
存储器扩展	数字逻辑、计算机组成原理、微机原理与接口技术
总线及通信方式	计算机组成原理、微机原理与接口技术
指令系统及指令寻址	计算机组成原理、微机原理与接口技术、计算机系统结构
输入/输出系统	计算机组成原理、微机原理与接口技术、计算机系统结构、操作系统
冯·洛伊曼计算机的特点、计算机系统层次结构、流水线技术	计算机组成原理、计算机系统结构
存储体系	计算机组成原理、计算机系统结构、操作系统
多处理机系统	计算机系统结构、操作系统

交叉重叠的知识点在各自课程中占比较大,约为15%~30%。为此,在全面梳理计算机硬件课程知识点的基础上,依据承前启后的专业知识脉络,将交叉重叠的知识点分别设置在某门专业课中重点讲述,其他相关课程则忽略或简要说明。特别是,因为计算机组成原理在计算机硬件课程及整个计算机专业课程体系中的核心地位,进一步建设完成了“计算机组成原理”在线开放课程,属于与其他课程交叉重叠的计算机组成原理知识点在线课程,将在整个硬件课程甚至整个计算机专业课程体系中共享。

在优化重构计算机硬件专业知识体系和课程教学内容的基础上,课程组进一步设计了面向工程教育认证标准的计算机硬件专业培养指标体系。以“计算机组成原理”课程为例,课程支撑的毕业要求指标点包括:(1)通过掌握计算机系统基本的逻辑组成与工作机制,为学生奠定解决计算机专业工程问题的必备专业知识基础;(2)掌握计算机软硬件系统的基本设计与开发方法,具备设计简单模型计算机的基本能力;(3)能够运用计算机科学与技术的知识和原理,在面对计算机领域复杂工程问题时,通过设计方案比较与综合解决复杂工程问题;(4)掌握计算机设计的一些软硬件工具,培养学生运用计算机软硬件工具解决复杂工程问题的能力;(5)在解决计算机复杂工程问题的基础上进一步具备初步的计算机科学研究意识。

二、“以学生为中心”的课程教学模式创新

计算机硬件课程教学内容多,课时有限。若只依赖于有限的课堂教学时间,学生对知识的理解与掌握必定是受限的,而且很容易导致教师迫于课时进度压力进行“填鸭式”教学。工程教育认证背景下,计算机硬件系列核心课程更应率先开展教学方法的改革与创新,实现“以教为中心”向“以学为中心”转变^[4],在教学手段上充分激发学生的学习兴趣。

以“计算机组成原理”为例,为达到更好的教学产出效果,依托TronClass校内在线学习平台,将传统理论课时中的“定点加法运算”“Cache存储器”“微程序控制器原理”等16学时的重难点知识教学内容(约占理论课时的30%)改为线上教学与翻转课堂融合的教学模式,其余36课时则沿用传统线下教学模式。在线上教学环节,教师课前提前发布教学资源 and 教学任务,学生完成在线学习。教师线上引导学生主动发起对相关知识点的问题讨论,并将讨论情况量化计入线上成绩考核部分,以此激励学生参与讨论,增强学习主动性。TronClass在线教学平台同时记录学生在线学习的签到、讨论、单元测试等学习情况,既作为学生线上成绩评价的重要依据,也是学生学情反馈的重要途径。

针对翻转课堂教学环节,每节课在TronClass平台中预设5个随堂测试题目,并在课堂实时开启,学生利用手机App随堂作答,教师实时获取学生的学情,并结合测试情况作相应点评与讲解,引导学生在课堂中展开讨论。通过翻转课堂教学,让

学生进一步成为课堂教学的主体,形成多层次、多通道、多方位的互动教学模式。翻转课堂课后,根据反馈的教与学问题,进一步找准学生学习过程中的重点、难点内容,有针对性地布置课后复习内容和练习题目,深化和巩固相应的线上知识点。

在改革教学模式的基础上,教学评价也应随之改进。仍以“计算机组成原理”课程为例,在开展线上线下结合的混合式教学改革基础上,进一步提出过程评价与终结评价相结合、线上评价与线下评价相结合的多元教学评价策略。涉及过程评价的考勤、随堂测试、课后作业、阶段测验,以及实验等分别占总成绩的10%、5%、10%、5%、20%,主要依据学生的学习态度、课堂表现、作业完成情况等进行评价;代表终结性评价的期末考试成绩占总成绩的50%。另一方面,对课后作业、实验、期末考试等侧重于采用线下考核方式进行评价,而考勤、随堂测试、阶段测试等过程考核则充分利用在线平台实施线上考核,从而实现多渠道、多角度、更客观地评定学生成绩。同时,线上线下的过程考核结果,特别是线上平台记录的教学过程数据,也是教师教学质量监控、评价与持续改进的重要依据。任课教师据此评价课程教学效果及课程目标达成情况,持续进行课程教学改革与创新。

三、多渠道、系统性地强化实践教学体系

工程教育认证尤其注重大学生工程实践能力和创新创业能力的培养^[5]。针对计算机硬件课程实践教学,在硬件课程教学过程中进一步建立多渠道、系统性的实践教学体系,为学生创造更完备的专业实践平台和更充分的专业实践机会:(1)建立专业课程与学科竞赛的学赛融合机制,鼓励学生积极参与各类学科竞赛,在专业教师认可的前提下,支持学生在课程设计教学周以相关学科竞赛项目替代专业课程设计题目,支持专业课教师指导学生积极参与相关学科竞赛,并将竞赛题目进一步延伸拓展为课程设计题目及毕业设计题目

等,既为参与学科竞赛的学生提供更充足的竞赛准备时间,又为理论教学提供了更丰富的实践训练机会。(2)探索开放实验室及口袋实验室实践教学模式。传统的硬件课程专业实验室多采用实验箱作为学生实验实践平台,但实验箱不仅成本高,而且不便于携带和借出。为此,硬件专业课实验平台选用一定量的开发板替代实验箱,既满足专业课程的实践教学要求,也可以随时随地地将开发板出借给学生进行硬件实践训练,以支持学生积极参与各类学科竞赛,更好地完成硬件类毕业设计。(3)探索面向本科专业教学的校企联合实验室实践教学模式。目前与10余家中小企业合作建立了“长安大学信息工程学院智慧物联”联合实验室。由企业提出一些需要解决的小微技术问题,并以奖学金的形式支持联合实验室开展相关技术创新和课题研究,联合实验室指派专业课教师组织和指导有兴趣的学生在课余开展课题研究,让学生充分体验专业知识如何用于解决工程实践问题,让专业知识学以致用。

四、教学改革成效

课程组针对计算机硬件课程体系实施的教学改革创新,取得了明显的教学效果,主要体现在。

1.学生“重软轻硬”“喜软怕硬”的偏科状况得到了明显改善。“嵌入式系统”是计算机专业面向应用的典型计算机硬件类专业选修课,课程学习难度较大。虽然是选修课,但是本课程近三年的选课人数分别为30人、66人、44人(见表2),选课人数占比,即选课人数占年级总人数的比率,分别为43.5%、93.0%、97.8%(见图1),持续大幅度增加,尤其是2020—2021年度接近于全选。相较于其他四门非硬件类专业选修课程的选课情况,学生学习“嵌入式系统”课程的兴趣尤为热情。

2.有效激发了学生参与硬件类学科竞赛的积极性。陕西省TI杯电子设计竞赛是陕西高校最具代表性的计算机硬件类学科竞赛。近三年来,本专

表2 三年大三(下)专业选修课选课人数

课程	选课人数、年级(人数)		
	2016级(69人)	2017级(71人)	2018级(45人)
信息安全	54	39	13
人工智能技术	1	34	36
Internet 开发技术	42	40	3
TCP/IP 技术	3	7	2
嵌入式系统	30	66	44

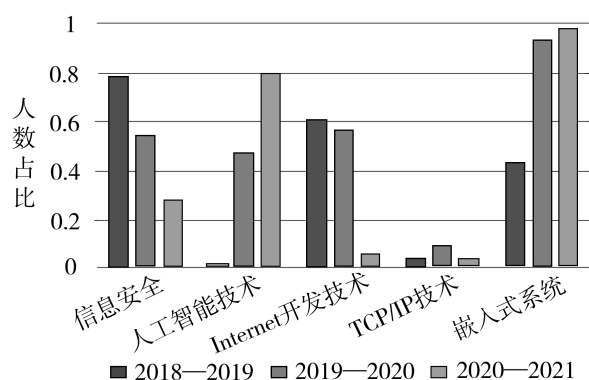


图1 三年大三(下)专业选修课选课人数占比

业学生参与竞赛共达119人次,36人次获省级奖励。学生通过参加学科竞赛活动,在自主学习、团队合作等方式中,进一步培养了创新精神,增强了综合专业素质。

3.计算机硬件课程教学进行的一系列改革与创新,有力推进了我校计算机科学与技术专业的工程教育认证工作。目前,本专业的工程教育认证自评报告已经通过了工程教育认证专业委员会的审查,并完成了现场考察工作。

五、结语

工程教育认证背景下,计算机专业硬件课程

传统教学过程存在的问题尤为突出,在对计算机硬件课程进行专业能力培养指标设计、教学内容优化重构、教学模式改革创新的基础上,我们充分认识到:针对工程教育认证,国内计算机硬件专业课程教学及人才培养仍有较大的改进创新空间。在已经取得的教学改革成效基础上,课程组将基于已有的教学反馈,进一步通过持续的教学研究与改革创新,以学生学习产出为导向,培养出更优秀的计算机专业人才。

参考文献

- [1]杨波,奚春雁,张玥.教育部“计算机科学与技术专业规范办学试点”项目成果总结(一)[J].计算机教育,2011(1):6-7.
- [2]中共中央政治局就实施网络强国战略进行第三十六次集体学习[EB/OL].(2015-03-13)[2020-11-05].http://www.gov.cn/xinwen/2016-10/09/content_5116444.htm.
- [3]关于印发《工程教育认证标准(2015)版》的通知[EB/OL].(2016-10-09)[2020-11-05].<https://www.ceeaa.org.cn/gcjyzyrzh/xwdt/tzgg56/608383/index.html>.
- [4]蒋宗礼,姜守旭.发挥本科教学质量国家标准对新工科建设的推动作用[J].中国大学教学,2018(1):41-45.
- [5]王绍清,唐跃刚.面向工程教育专业认证的学生实践能力培养探析[J].教育理论与实践,2018,38(3):18-19.

Teaching Reform and Practice of Computer Hardware Course under the Background of Engineering Education Certification

LAN Yong, AN Yi-sheng, MING Yang, MA Rong-gui, LI Ying

(School of Information Engineering, Chang'an University, Xi'an, Shaanxi 710064, China)

Abstract: The traditional teaching system of Computer Hardware course has some problems, such as unclear training index, boring teaching content, conservative teaching methods, and imperfect practice teaching system under the background of engineering education certification. In view of the above problems in traditional teaching, aiming at the engineering education certification standard, and guided by students' learning output, the Computer Hardware course knowledge system is reconstructed, the teaching content is optimized, the professional ability training indexes are designed, the course teaching method is improved, the practice teaching system is strengthened systematically and through multiple channels, and the teaching evaluation mechanism is reformed, so as to comprehensively enhance students' engineering practical ability and continuously improve the training quality of computer hardware professionals.

Key words: engineering education certification; Computer Hardware course; learner-centered; blended teaching