

OBE 教育理念下的计算机组成原理教学研究*

肖宁** 罗翠线 周志刚 赵蕤 强彦

山西财经大学信息学院, 太原 030012 中北大学软件学院, 太原 030051

摘要 在推动新工科建设和深化产教融合的背景下, 为了提高大数据专业学生实践与创新能力, 本文提出了基于 OBE 教育理念的课程教学设计思路, 以计算机组成原理课程为例, 详细介绍了从教学目标与内容设计、教学方法、评估方式到教学效果评价的四个阶段的具体实施过程, 具体介绍每个阶段的教学设计及其详细的实施过程, 目的是培养具备实践能力和创新思维的数智化人才。

关键字 计算机组成原理, 教学改革, 课程达成度, OBE

Research on Teaching Principles of Computer Composition Principle Under the OBE Educational Philosophy

XIAO Ning LUO Cuixian ZHOU Zhigang ZHAO Rui

QIANG Yan

Shanxi University of Finance and Economics
Collage of Information
Taiyuan 030012, China

North University of China
Collage of Software
Taiyuan 030051, China

Abstract—In the context of advancing the construction of new engineering disciplines and deepening industry-education integration, this paper proposed a curriculum design approach based on the OBE (Outcome-Based Education) philosophy to enhance the practical and innovative abilities of students majoring in big data. Using the Principles of Computer Composition course as an example, the approach is discussed through four stages: setting teaching objectives and designing content, teaching methods, assessment methods, and evaluating teaching outcomes. The detailed implementation process of each stage is introduced, with the aim of cultivating students into innovative talents with practical and intelligent capabilities.

Keywords—Computer composition principle, Teaching reform, Course reaching degree, OBE

1 引言

党的二十大报告指出, “教育是国之大计、党之大计。培养什么人、怎样培养人、为谁培养人是教育的根本问题。育人的根本在于立德”。在此背景下, 高校教育要强调适应中国式现代化发展新要求, 突出大学生多样化和个性化发展。高校尤其应秉承“OBE 理念”、贯彻“以学生为中心”的教学理念以顺应新工科环境的要求, 优化学生培养知识和能力结构, 转变学生培养模式, 加快推进教育数字化的转型。新时代的高等教育课堂上, 教学不仅应局限于知识的传递, 更应重视学生综合能力的培养和素质的提升, 尤其要提升他们在跨学科融合与创新能力方面分析和解决问题的能力。

2 研究现状与存在的问题

OBE 教育理念, 即成果导向教育 (Outcome based education), 是一种以学习成果为导向的课程体系建设理念。它采用逆向思维的方式, 先确定学生学习目标, 再根据目标反向设计课程内容和教学方法, 最终着重于帮助学生获得具体的学习成果。邓芳等人^[3]以 OBE 理念为基础, 通过分析目前实验环节所存在的若干问题, 对该实验环节的改革进行了深入的分析和探讨, 针对教学内容、教学体系和教学模式等方面提出了一系列改革措施, 希望能以此培养学生在数据库技术及相关应用系统方面的创新设计和应用能力, 在教学内容中加入解决复杂工程问题的教学, 提升学生此方面的能力。蔡惠等人^[4]认为目前部分课程中多以教师为中心, 缺乏与学生的互动, 难以形成有效的反向教学设计, 因此提出以 OBE 教育理念为核心的教学设计方案, 通过在教学目标与方案设计、教学实施手段、教学成果评价三个方面具体设计隐私安全理论课程, 旨在提高学生的综合学习能力。于延等人^[5]针对目前

* 基金资助: 山西省教学改革创新项目 (J20220538), 教育部人文社科项目 (23YJCZH003)。

** 通讯作者: 肖宁, x20221016@sxufe.edu.cn。

线上教学中存在的问题,设计了一种融合 PBL-OBE 的任务驱动式多平台协同在校教学模式,采取课前双平台预习、任务和项目驱动教学、多元评价等方法和措施,这样让学生不仅学好理论知识,还有利于指导实践。刘丹丹等人^[6]中从课程目标设置、教学设计与实施、以及课程画像三个方面,开展了基于 OBE 理念的计算机网络课程教学改革探索与实践。在实施的过程中,不仅明显地体现了从单纯的知识传授向能力培养的转变,还充分展示了通过课程质量的评价来促进教学不断改进的实际效果。

曾德斌等人^[7]以 BOPPPS 的六个模块为基础设计整个计算机组成原理实验教学过程,构建学生全面及时反馈和交流的教学模式与监测系统。陈秋莲等人^[8]认为计算机原理课程思政教学应线上线下并重,通过其中的思政元素培养学生养成科技报国的思维。张策等人^[9]提出教师应持续深化对计算机组成原理的理解,并运用创新性的教学方法,有意识地培养学生的计算机系统性思维。计算机组成原理课尚有不足:

(1) 课程内容抽象,课程涉及大量底层硬件知识,学生无法从课本中直观地了解到相应的知识;

(2) 授课方式单一,目前该课程的授课方式主要还是以传统授课模式为主,缺乏对学生知识掌握的有效评估;

(3) 理论与实践脱节,计算机组成原理课程偏重理论讲解,学生缺乏动手实践的机会,同时,实验设备和软件资源不足,也造成学生无法深入理解和应用所学内容。

3 基于 OBE 理念的计算机组成原理课程设计思路

计算机组成原理深入探讨了计算机硬件系统的内部结构、工作机制以及设计理念,是计算机科学与技术领域的核心课程。课程的设置能够为后续的相关专业课程学习提供必要的知识与思路,在物联网、电子信息等专业领域中都具有重要的作用。然而,目前高等教育中计算机组成原理课程建设还较为传统,难以适应时代发展。因此,对计算机组成原理课程开展基于 OBE 理念的教学体系设计与实践,强调学生在教学过程中的主导地位,对于实现教育数字化有导向作用。

基于 OBE 理念的计算机组成原理课程教学设计,以培养学生的计算机综合能力为目标,将学习成果作为设计的起点,并以此反向设计课程内容和教学方法。通过设置合理的教学目标,以此形成相应达成度评价,并不断持续改进;以学生个性化需求为中心,采用多样化的教学方式以及多元的评估方式,有望解决目前计算机组成原理课程授课方式单一,课程晦涩难懂等问题。

具体课程设计思路如图 1 所示,拟把计算机组成原理课程的教学设计分为教学目标与内容设计、教学实施方式和教学结果评价 3 个主要阶段:

(1) 教学目标与内容的设计需要根据学生的基本情况和需求,围绕学生为核心的理念,通过培养学生计算能力促进学生对知识的掌握和理解;

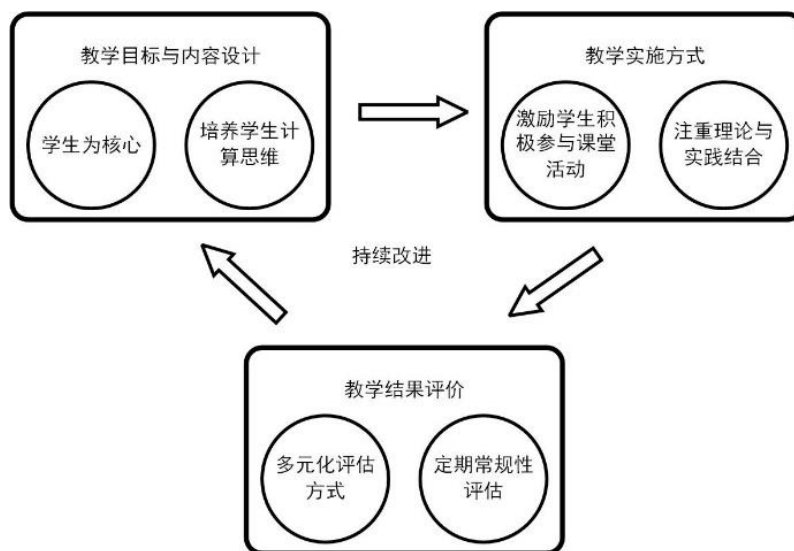


图 1 基于 OBE 理念的计算机组成原理课程教学设计思路

(2) 教学实施方式应注意知识传递的层次性与递进性, 提高学生在课堂的参与度, 激励学生积极参与课堂活动, 激发学生的学习兴趣 and 动力;

(3) 教学结果评价采用多元化评估方式, 不仅要进行中期末的评估, 还应该在教学过程中进行常规性的评估。

4 基于OBE理念的计算机组成原理教学设计 with 实施

传统的计算机课程教学体系是以教学为基础、实验实践为载体, 遵循“以教师为本”的原则, 注重教师的个人能力、教学条件以及师资队伍建设, 强调教师的教学设计及实施过程, 忽视了“以学生为本”的导向^[10]。因此, 针对传统计算机课程中, 缺乏学生的主体性, 创新能力培养, 未能以学生能力为导向进行教育, 本文以OBE教育理念为指导, 探讨了计算机组成原理课程教学设计中的四个关键要素: 教学内容、教学方法、教学过程和教学结果评价, 如图2..

4.1 教学目标与内容设计

制定教学目标应当优先考虑符合学校对学生毕业要求的指标。其次, 需要结合学生和课程的实际情

况, 紧密追踪行业前沿需求, 实施个性化教学, 激发学生创新思维能力。计算机基本原理结构、指令集体系结构、存储器体系结构、运算器方法与运算器、输入/输出系统等共同组成了计算机组成原理课程。从专业毕业要求的指标点来看, 在进行相关课程内容的教学时, 需要使学生能够掌握处理复杂工程问题的能力, 开发方法与技术。同时课程要求学生掌握数字化信息编码(例如文字, 图像等)及相关运算, 最后学生应该了解组成计算机的主要部件的结构与工作原理。

考虑到本课程的培养目标, 在设计教学内容之初就要充分考虑专业和课程的教学目标, 还需结合学生及课程的实际情况, 结合个性化教学思路, 培养学生创新性思维的能力。此外还要因材施教, 根据学生的能力定制相应的教学内容。例如, 对于专业基础知识扎实, 学习能力强的学生, 可进一步调整教学目标, 在理论教学当中, 可以适当涉及一些关于计算机系统控制原理等前沿知识, 针对性地培养其创新性思维能力。在实验教学中, 除了完成教学大纲规定的实验之外, 可以延伸一些关于嵌入式开发或者单片机编程等内容。

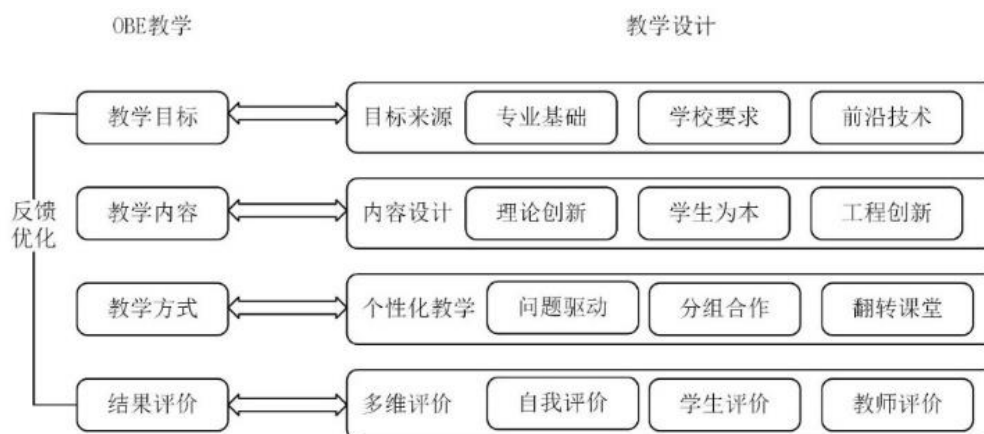


图2 基于OBE理念的计算机组成原理课程教学实施方案

对于一些专业基础知识薄弱的学生, 或者理解起来比较困难的知识, 可以通过课后的作业与课堂上的反复练习。在授课时, 课程内容的调整以学生的反馈为主。计算机组成原理课程的教学, 需要兼顾理论深度和实际应用。在授课过程中, 根据学生的理解程度和学习需求, 及时调整教学内容和方法。将抽象的理论知识与实际应用场景结合起来, 同时, 可以利用现代科技工具来提升教学效果, 如思维导图可以帮助学生理清知识结构, 在线视频可以提供更直观、生动的学习内容。

在设计教学方案时, 教师可以充分运用自身专业领域的知识, 深入挖掘创新应用场景, 帮助学生培养运用创新思维解决工程问题的能力。这样做不仅能够促进教学与科研的相互促进, 还可以激发学生的创新思维, 提高他们的综合素质和实践能力。例如, 在介绍存储系统中动态随机存取存储器, 可以首先介绍当前数码产品中的具体实例, 以吸引学生兴趣。比如, 暂时存放GPU运算数据和与硬盘等外部存储器交换数据的载体是手机的内存。而内存容量更是直接决定手机应用程序的运行速度和响应时间。为

进一步激发学生创造性思维,教师在教学中,还可以引导学生思考在不引入新的设备为前提下,如何提高内存的运行速度,以及当内存容量不足时,如何进行存取等问题。

4.2 教学方式设计

传统教学方法主要依赖于讲授法,即教师在讲台上授课,学生们则在整个课程期间坐在座位上聆听,并在课后完成教师布置的作业。。这种教学方式是最简单直接的传授知识的方式之一,然而,这种方式的教学方式会造成学生主动性差,互动性低、知识传递不充分等弊端,已经无法满足现阶段教育理念的要求^[1]。因此,在进行计算机组成原理教学时,通过多种教学方式的混合,诸如案例教学、问答法、翻转课堂等方式开展教学,通过作业讨论、课堂考核、实验评估等形式锻炼学生思维、写作的能力,有助于学生加深对课堂知识内容的学习和理解。

在教学中,根据学生的学习水平与兴趣差异划分成不同的学习小组,完成小组划分并推选组长,为后期课程参与做好充分准备。在分组教学的过程中,需要为不同水平的学生设定各自的学习任务和目标,并安排小组合作来共同完成这些任务。此后的教学活动都以小组为基本单位,这样更强调内部分工与合作以完成教学任务。

案例1,在“计算机组成原理”实验教学中,教师将实验内容分为多个模块,有存储器实验、数据总线实验、算术逻辑运算实验、总线控制实验、时序发生器实验以及微程序控制器实验等,每个模块对应不同的实验主题和难易程度。小组成员可以根据各自的兴趣和特长,协商分配实验任务,共同完成实验并进行交流。分组教学不仅需要学生完成个人的任务,还要求学生作为一个团队与其他小组展开竞争,以此来推动每位学生的进步和发展。

案例2,在进行运算器与运算方法的讲解时,对于数字的表示和计算方式,教师让学生提前通过在线教育平台学习相关知识,然后在课堂上指定两至三名同学进行讲述,并以小组的形式进行讨论和练习。在上课过程中,学生们通过积极参与讨论问题、互相交流解题思路,有助于解决难题。老师则扮演着引导者的角色,及时提供专业指导和帮助,解答学生提出的问题,并鼓励学生积极思考、勇于表达自己的观点。这样不但能加深同学们对知识的理解,也可以最大限度地激发学习兴趣,活跃课堂气氛。

学习小组在进行一次课堂学习后,需要完成本次课堂教学对应的实验内容。小组在收到实验的要求后,需要先复习巩固本次教学内容与具体的实验需求指标,接着通过内部合作完成实验任务分解,教

师评估实验完成步骤的顺序、评审实验完成结果的正确性、引导学生在进行实验时做好任务分工,学生和老师的多次互动交流是保证实验项目完成的关键。

案例3,算术逻辑运算实验要求学生掌握十六位机字与字节运算的数据传输格式,并验证运算功能发生器及进位控制的组合功能。该实验可以按照不同指标分解为字写操作,字读操作,字逻辑运算,字算术运算,移位运算等。在进行实验室,由学习组长带领小组进行需求分解、实验设计、操作连线、结果分析等工作,教师实时跟踪学生的实验进展并进行指导。

4.3 考核及成绩评定方式

传统的成绩评定方法与课程目标之间的联系较为薄弱,通常只是基于学生的平时表现和期末考试的成绩来进行评估,总成绩以加权求和的方式来计算。这种评定方法缺乏对学生成绩的全面评价标准,无法准确反映学生对各项能力的掌握情况。事实上,计算机组成原理课程涵盖了多个教学环节,例如,作业、翻转课堂、实验、期中测试、期末考试等,根据教学环节的不同采用多样的考核方式,过程性评价通过这种多样的考核方式,可以更全面地合理地评估学生在各个方面的能力掌握情况,有利于学生个性化发展,也方便评估学习目标的达成度。

表1 课程支撑各指标点达成度计算方法

指标点达成度评价价值	达成度评价价值计算公式
过程考核评价价值 S_1	$S_1 = \text{过程考核平均分} / \text{过程考核总分} * \text{课程过程考核占比}$
实验考核评价价值 S_2	$S_2 = \text{实验考核平均分} / \text{实验考核总分} * \text{课程实验考核占比}$
期末考核评价价值 S_3	$S_3 = \text{指标点相关试题平均分} / \text{指标点相关试题总分} * \text{课程期末考试占比}$
指标点达成度 S	$S = (\text{过程考核评价价值} S_1 + \text{实验考核评价价值} S_2 + \text{期末考核评价价值} S_3) * \text{权重系数}$

计算机组成原理课程考核方式主要包括课堂出勤、阶段测试、期末考试、实验报告、课后作业、课堂提问等,课程成绩不仅包含期末成绩,也包含平时成绩,注重过程性评定与终结性评定。其中平时成绩包括课堂出勤、实验考核、阶段测试及其它考核形式等,根据学生的平时表现进行评价,并将评价结果随堂向学生反馈,指导学生不断调整学习状态、学习方法、学习效果,培养学生自主学习和自我提高的能力。同时,采用翻转课堂的形式进行过程性评定,例如,学习小组可以将学习到具体某一章内容录制成视频进行在线分享,通过其他同学对视频内容进行评分作为其过程性评定结果之一。在课程重点章节的学习当中,每堂课课后通过课后作业或者思维导图巩

固知识,对于一些非重点章节,则仅通过课后作业或课堂提问进行考察。

计算机组成原理课程的达成度由三个部分的评价组成:过程考核评价、实验考核评价和期末考试评价。每个部分的评价根据指标点的考核占比进行计算。为了更精准地衡量学生的学习成果,

每个指标点都设定了相应的考核方法和权重。表 1 展示了各指标点达成度的定量计算方法,方便学生了解课程评估体系和各个部分的评分标准。

其中课程过程考核占比 0.2,课程实验考核占比 0.2,课程期末考试占比 0.6,各个指标点对应的权重系分别在 0.2-0.6 之间不等。

表 2 3 个年级学生满意度调查结果

评价情况	2021级		2022级		2023级	
	人数	比例	人数	比例	人数	比例
非常满意	45	45.45%	48	48.98%	82	55.41%
满意	18	18.18%	17	17.35%	32	21.62%
一般	22	22.22%	17	17.35%	18	12.16%
不满意	14	14.14%	15	15.30%	16	10.81%
非常不满意	0	0	1	1.02%	0	0

考试试题的题型涵盖了填空、选择、计算、简答和实验等,目的在全面考察学生的学习成果。试题的设计根据认知规律,考查识记、理解和应用三个层次,并兼顾理论知识和应用能力的评估。其中,填空、选择和名词解释题主要考察学生对基础概念和基本理论的掌握情况。概念对比和计算题则从不同角度考查学生的分析和应用能力,要求学生能够灵活运用所学知识解决实际问题。实验题则侧重评估学生运用计算机思想解决组成原理实验问题的能力,锻炼学生的实践操作能力。为了确保考试内容的全面以及突出重点,试题覆盖了所有章节,并根据不同层次的知识能力要求设置了相应的比例,其中识记占 40%,理解占 40%,应用占 20%。

4.4 教学结果评价

在课程结束后,应对照大纲中设定的课程目标评价机制,对教学质量和学生素质能力进行综合评价和分析。本文还收集并评估了学生对课程的满意度,以便获取结果,反馈结果见表2。在此基础上,根据评价结果开展有针对性地改进。

从表 2 可以看出,在 2023 级开展的课程改革后,学生对本课程的良性评价整体提高了大约 12 个百分点,其中非常满意平均 8 个百分点,满意平均 3 个百分点。回顾课程设计阶段设定的目标,主要是要培养学生掌握计算机各大部件的基本组成、基本原理,各部件间的相互联系,以及各部件在整机中的作用。在教学过程中,应该主要从以下几个方面来进行自我评估:课程的规范性文件是否已经制定,教材的审查管理机制是否已经建立,以及课程评估制度,并且课程体系、课程结构和课程内容是否具有时效性等问题。通过效果评估可以对课程实施效果与预期目标的差距有所把握,为进一步改进提供依据。学期末的课程评价可以为调整、改善本课程质量提供科学客观的依据。

本课程主要在学期末审查学生的考试成绩、作业完成情况、参与度等,来分析他们在课程中的学习表现。通过学习末的成绩分析,可以发现多数学生的课堂学习效果比较令人满意,学生对于知识点的掌握达到了大纲的要求,同时,学生对于计算机组成原理实验的掌握程度也超出了预想水平。同时,本课程也积极听取学生对课程的反馈意见和建议,了解他们对课程内容、教学方法、教学环境等方面的看法。经过座谈交流得知,部分学生学习效果一般和较差的原因包括缺乏自律和时间管理能力、课程负荷超重。

学生的反馈、课堂表现、学习成绩等内容是评估课堂效果的重要手段,通过分析相应的内容,进行课程效果的评估,并思考课程设计和实施过程中存在的问题和改进空间^[12]。确定自己尚需完善的方面并采取相应策略。在未来的教学过程中,尝试不同的教学方法和策略提高课程的吸引力,并参加教学培训、研讨会、学术会议等活动,吸纳前沿的教学理念和方法,不断提升自己的教学能力和水平。

5 结束语

在当前新工科教育的背景下,教育部着重指出,高等教育体系需深度对接行业变革的需求,着重强化学生实践技能的培育。作为计算机学科教育体系中的基石,计算机组成原理课程在培养专业人才方面扮演着至关重要的角色,其教学设计的不断发展有利于逐步实现学科专业的新要求。本课程积极采纳个性化教学策略,深度 OBE 理念,核心在于将学生置于教学中心,聚焦于提升每位学生的学习成效。基于 OBE 框架,学校已探索并实施了个性化教学模式,该模式在初步实施阶段便取得了令人瞩目的成效。然而,模型框架仍存在一定的不足之处,因此在未来的教学实践中,会不断的改进与完善。

参考文献

- [1] 王宝慧, 刘倡, 王琪皓, 等. OBE 理念下的机器人产业人才需求调研分析[J]. 高等工程教育研究, 2023, (04): 65-72.
- [2] 侯红玲, 任志贵, 何亚银, 等. 基于 OBE 理念反向设计教学过程研究[J]. 大学教育, 2019(10): 57-59.
- [3] 邓芳, 叶文, 卢向群, 等. 新工科背景下融合 OBE 的《数据库系统原理》实验环节教学改革与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2021-11, 09(02): 54-58.
- [4] 蔡惠, 周剑, 吴家皋, 等. 基于 OBE 教育理念的隐私安全理论课程教学设计[J]. 计算机教育, 2023, (10): 126-130.
- [5] 于延, 李英梅, 李红宇, 等. 融合 OBE 导向的案例式课程思政教学模式设计[J]. 计算机技术与教育学报, 2021-10, 09(01): 63-65.
- [6] 刘丹丹, 余琨, 牛晓光, 等. 基于 OBE 理念的计算机网络课程教学改革[J]. 计算机教育, 2023, (03): 159-163.
- [7] 曾德斌, 王建夏, 王冬, 等. 基于 OBE+BOPPPS 的线上线下混合教学模式的探索——以计算机组成原理实验课程为例[J]. 教育信息技术, 2023(Z2): 79-82.
- [8] 陈秋莲, 陈芷, 尹梦晓, 等. 计算机组成原理课程思政混合式教学探索[J]. 计算机技术与教育学报, 2022-10, 10(04): 38-41.
- [9] 张策, 吕为工, 李剑雄. 面向系统能力培养的计算机组成原理课程教学内容改革[J]. 软件导刊, 2023, 22(07): 164-168.
- [10] 常建华, 张秀再. 基于 OBE 理念的实践教学体系构建与实践——以电子信息工程专业为例[J]. 中国大学教学, 2021, (Z1): 87-92+111.
- [11] 郭小英, 白茹意, 魏彦锋. 案例库结合 PBL 教学法在数字图像处理技术课程中的应用[J]. 计算机技术与教育学报, 2023-11, 11(04): 138-142.
- [12] 刘玉玲, 廖鑫, 胡桥, 等. 基于 OBE 理念的高校保密专业人才培养探索[J]. 计算机技术与教育学报, 2023-08, 11(02): 86-90.