



基于 OBE 理论的案例引导式 C 语言程序设计实验课程教学改革研究

刘 怡

(华中师范大学 人工智能教育学部, 武汉 430079)

摘要: 为了突破 C 语言程序设计实验教学的难点, 基于成果导向教育(OBE)理论对 C 语言程序设计实验课程进行了教学改革: 通过实验教学的模式改革, 加强实验教学的结果导向, 突出实验教学的学生主体作用, 完善实验教学的组织方式; 通过引导案例的设计、引导案例与实验项目的耦合以及引导案例在实验教学中的应用, 实现实验教学方法的改革与实验教学内容的更新。实践结果表明, C 语言程序设计实验课程的教学改革, 优化了实验课程的教学目标, 强化了计算机程序设计类实验课程教学创新的理论基础, 提高了实验课程的教学质量。

关键词: C 语言; OBE 理论; 实验教学; 案例引导

中图分类号: G420

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20230517

Research on the Teaching Reform of the Case-guided C Language Programming Design Experiment Course Based on the OBE Theory

LIU Yi

(Faculty of Artificial Intelligence in Education, Central China Normal University, Wuhan 430079, China)

Abstract: In order to break through the difficulties of C language experiment teaching, guided by outcomes-based education(OBE) theory, the teaching innovation of the C language programming experiment course is implemented. By innovating the experimental classroom teaching mode, the result orientation of experimental teaching is strengthened, the role of students as the main body of experimental teaching is highlighted, and the operation process of experimental teaching is improved. By the design of guided cases, the interconnection between guided cases and experimental projects, and the application of guided cases in experimental teaching, experimental teaching methods have been reformed and experimental teaching content has been updated. The practice results show that the teaching innovation of C language programming design experiment course has optimized the teaching objectives, strengthened the theoretical support for the teaching innovation of the computer programming design experiment courses, and improved the teaching quality of experiment courses.

Key words: C language; OBE theory; experiment teaching; case-guided

C 语言是一种通用的面向过程的抽象化的程序设计语言, 在底层开发方面应用广泛。C 语言程序设计课程是高校理工科以及部分文科专业的重要必修通识课程, 是学习其他计算机相关技术及专业课程的基础, 承担着培养学生编程能力和计算思维能力的重任。在 C 语言程序设计教学中长期存在以下难点。

1) 掌握 C 语言的难度比较大

C 语言的语法结构严谨、复杂, 知识点众多且相互关系复杂, 同时又是大多数学生学习的第一种编程语言。由于学生编程基础薄弱, 不容易把握其整体架构和重难点问题。

2) 学习 C 语言的过程比较枯燥

C 语言是面向过程的编程语言, 主要用于底

收稿日期: 2023-11-06; 修回日期: 2023-12-11

基金项目: 华中师范大学实验室研究项目 (2022sys04); 国家教师发展协同创新实验基地建设研究项目 (CCNUTE III 2021-09)。

作者简介: 刘怡 (1974-), 女, 博士, 高级实验师, 主要从事现代教育理论与实验方法的研究。E-mail: liuyi@ccnu.edu.cn

层开发,与当前热门的 Python 编程语言能用简短的代码产生可视化结果的特点相比,短期内 C 语言的学习效果不够显著,影响了学生的学习兴趣。

3) 运用 C 语言的挑战性较强

学生从 C 语言的理论学习发展到能够运用 C 语言解决具体的程序设计问题,并将 C 语言从外生的知识变成内生的能力,是其在计算机学习中必须经历的一次重要跨越,只有在科学、规范的理论教学与实践指导下,才能避免弯路、事半功倍。

在 C 语言程序设计理论学习的基础上辅以实验课程,是突破上述 C 语言程序设计课程难点、改进教学效果的重要途径。C 语言程序设计实验作为 C 语言程序设计理论课程的配套课程,自开设以来受到学生的普遍欢迎,在教学实践中取得了显著成效。但是,如果对照新时代高校人才培养的要求,该课程无论是在教学理念还是在教学方法上,都还存在较大的改革与创新空间。

C 语言程序设计实验(以下简称“C 语言实验”)的相关教学研究与教学实践主要分为以下 4 个方向:

- ① 基于某一类教学平台开展 C 语言实验教学^[1-2];
- ② 基于特定的学科背景进行特色化教学^[3-5];
- ③ 从计算思维、编程等专项能力培养的角度进行教学设计^[6-8];
- ④ 将线上教学引入实验教学^[9]。

总的来说,已有研究虽然从不同层面和不同角度探讨了如何提高 C 语言实验教学质量,但是在教学改革的理论支撑以及教学模式的系统性创新研究方面尚待进一步深化。因此依托 C 语言程序设计实验课堂,实施实验教学改革和创新,具有较强的理论意义和实践意义。

1 实施 C 语言实验教学改革的理论依据与实践导向

1.1 OBE 理论为 C 语言实验教学改革提供理论支撑

成果导向教育(outcomes-based education, OBE),即教学设计和教学实施的目标是学生通过教育过程最终实现的学习结果,遵循的是以成果输出为导向的反向设计的教学思维。OBE 的原则是“以结果为导向,以学生为中心,持续加以改进”^[10-11]。基于 OBE 的理念更新与范式改变对于

高等教育改革具有重要的理论指导意义^[12],并在课程开发、教学资源分配、教学方法创新等方面起到了积极的引导与支撑作用^[13-15]。

OBE 理论与《教育部关于一流本科课程建设实施意见》(教高〔2019〕8号)中倡导的“提升高阶性”“突出创新性”“增加挑战度”等基本原则完全契合,更与党的十九届五中全会明确提出的“提高高等教育质量,分类建设一流大学和一流学科”的高等教育发展目标高度一致,是实施实验教学改革、创新实验教学模式、提高人才培养质量的重要理论基础。

另一方面,从 C 语言实验教学的角度来看,C 语言实验是 C 语言理论教学的延续,虽然实验课是对理论课的自然承接,但在教学理论上存在较大差异。没有理论指导的实践是盲目的实践,如果脱离了教学理论的正确指引,实验教学在实施过程中容易发生异化。因此,立足于 OBE 理论开展 C 语言实验课程的教学创新,能够为实验教学改革目标的实现提供有力保障。

1.2 案例引导式教学为实验教学改革提供实践导向

传统的计算机程序设计类实验课程的教学侧重于由教师指导、学生完成的“验证知识点”操作,虽然有利于学生巩固理论课上关于程序设计的理论知识,但在帮助学生深刻理解程序语言的架构和各单元间的逻辑关系、培养学生特定应用场景下通过编程解决具体问题的能力方面存在明显不足。

采用案例引导方式实施实验教学,则是将案例教学与实验教学进行结合,加强学生在实验中的代入感,加深其对 C 语言基本语法的认识,不仅是对案例教学与实验教学两种教学方法的取长补短与整合运用,而且是对包括 C 语言在内的计算机程序设计类实验课程教学模式改革的进一步探索。

2 C 语言实验教学改革设计

2.1 基于 OBE 理论改革 C 语言实验课程教学模式

根据 OBE 理论实施的 C 语言实验课程教学模式改革主要包括 3 个方面:第一,以实验结果为导向,推进 C 语言实验教学各个环节的协同优化;第二,以学生为中心,激发学生的程序设计

学习兴趣，调动学生在实验操作中的能动性和创造性；第三，建立正反馈螺旋上升式的实验教学

流程，如图 1 所示，实现理论教学与实验教学的交叉互动、理论学习与实验操作的深度融合。

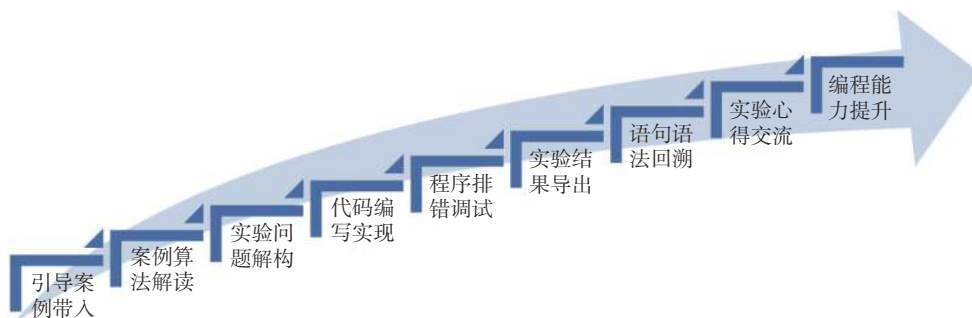


图 1 正反馈螺旋上升式的 C 语言实验教学流程

2.2 通过案例引导法完善 C 语言实验课程的教学方法

案例引导法在 C 语言实验课教学中的应用主要包括以下 3 个方面：

- 1) 编写引导案例，将其作为实验项目的先导工具，起到功能定位与方向指引作用；
- 2) 将引导案例与实验项目进行耦合，增强学生实验操作的的目的性和主动性；
- 3) 构建与引导案例及实验项目相配套的教学支持体系，包括实验过程的指导、实验结果的评价、实验心得的交流、实验问题的讨论等。

3 C 语言实验教学改革实施

3.1 构建基于 OBE 理论的 C 语言实验教学改革模式

1) 遵循 OBE 理论“以结果为导向”的原则实施 C 语言实验教学改革。从 OBE 理论的角度来说，C 语言实验教学的结果应满足 3 个方面的要求：一是实验结果不仅是学生所知道和理解的能力；二是实验结果接近“学生的真实学习体验”，有助于学生积极运用 C 语言去解决实际问题，并主动地将 C 语言的编程能力发散到其他课程中，从而使实验教学成果具有更高的可持续性；三是实验结果具有较强的实用性，容易固化为学生的能力。

在 C 语言实验教学改革中，从代码编写思路、报错原因解析、程序语句调试等方面完善实验教学环节，通过实验结果带动学生从简单的程序验证升华到算法思维的培养上，从而夯实学生的程序设计理论基础，增强分析问题和解决问题的能力。

2) 遵循 OBE 理论“以学生为中心”的原则实施 C 语言实验教学改革。在 C 语言实验教学改革中，通过突出学生在实验教学中的核心地位，保持学生在实验过程中的持续注意力，增强学生主动借鉴引导案例、展开创造性思维来完成实验项目的积极性；通过以学生为主体的引导案例讨论和实验结果交流，激发学生对 C 语言学习的兴趣，培养严谨、规范、细致的良好编程习惯，引导学生深刻认识 C 语言的优点，逐步形成扎实的 C 语言应用能力。

3) 遵循 OBE 理论“持续加以改进”的原则实施 C 语言实验教学改革。在 C 语言实验教学改革中，通过将不同类型和层级的引导案例与覆盖不同类型知识点、编程能力要求递进的实验项目相耦合，完成由点到线、由线到面、由平面到结构、由验证模仿到自主运用的 C 语言知识体系与能力体系的构建。

3.2 实施案例引导式的实验教学改革

3.2.1 C 语言实验教学引导案例的设计

引导案例是实验教学关键改革环节之一。引导案例不是简单的举例，而是要服务于实验教学，在符合一般认知规律以及实验教学规律的基础上^[16]，与实验单元的教学目标相契合，具有鲜明的目的性、系统性、针对性、启发性和可操作性。引导案例分为以下 4 种类型。

1) 基础知识实践案例

这类案例主要涉及数据类型、常量和变量、运算符与表达式等 C 语言基础知识，目的是帮助学生理解 C 语言基本元素的运用规则、体会其功能效果。

2) 实际应用案例

这类案例通过多层次的实际应用，培养学生

对 C 语言各个模块的应用能力, 提高系统编程水平, 解决复杂的应用问题。

3) 综合能力提升案例

这类案例将 C 语言各个单元模块知识有机地连接起来, 培养学生编程中的系统逻辑思维: 一方面, 通过将基本语法、数组、指针、结构体等知识通过系统化的案例来厘清各个知识点之间的关系, 帮助学生巩固和灵活运用知识, 形成知识体系; 另一方面, 通过实践性的综合案例, 帮助学生深入理解人机交互实现的原理和方法, 达到巩固提高、融会贯通的目的。

4) 学习能力提升案例

这类案例强调自主学习 C 语言的高级功能, 调动学生的学习自主性, 帮助学生在理解 C 语言

理论的基础上提高编程想象力和创造力。

3.2.2 引导案例与实验项目的耦合

实验项目始终是实验课程的核心, 包括引导案例在内的各种教学资源或手段最终都要服务于实验项目。以科学设计引导案例为基础, 在不同的实验单元灵活运用基础知识实践案例、实际应用案例、综合能力提升案例和学习能力提升案例等不同类型的引导案例, 从 C 语言程序设计的总体思路、编程工具、基本语法、结果输出等几个维度上将引导案例与实验项目进行耦合, 并全程安排程序排错和调试训练, 从而更平滑地从教师分析引导案例过渡到学生自主提炼引导案例的技术特点, 并将其灵活应用于 C 语言实验项目, 具体设计如表 1 所示。

表 1 引导案例、实验项目以及两者的耦合点

实验单元	引导案例	实验项目	引导案例与实验项目的耦合点
C 语言编程环境	“磨刀不误砍柴工”——熟悉 C 语言开发环境 “前车之鉴”——了解常见错误提示信息	运行一个完整的 C 语言程序 程序错误的识别	C 语言程序的基本运行方式和特点
算法	“条分缕析”——算法设计的一般过程 “殊途同归”——同一问题的不同代码实现	程序排错与调试训练 输出闰年的算法设计 编写简单的程序	算法的实现过程与灵活运用
数据与运算	“不一样的‘数’”——浮点数的奥秘 “千里之行, 始于足下”——自增运算	程序排错与调试训练 分割浮点数各位数字并排序输出 计算皮球反弹高度	数据类型、变量和赋值
结构化程序设计	“‘物不知数’问题解析”——程序设计的一般思路 “千里之堤, 溃于蚁穴”——程序错误溯源	程序的排错与调试训练 特殊数的筛选与求和 计算房贷	结构化程序设计的流程
顺序结构和选择结构	“人机交互”——输入/输出函数 “垃圾分类”——选择结构	程序排错与调试训练 输出水仙花数 机票预定	逻辑运算符、逻辑表达式、if 语句和 switch 语句
循环结构	“考分的均值计算”——设置循环条件 “简易自动售货机的菜单设计”——多分支与循环结构 “猴子分水果”——条件循环	程序排错与调试训练 素数的判断 纸币组合 程序员薪酬方案	循环控制条件与循环体
数组	“评分排序”——对数组元素进行排序 “文本统计”——数组的应用	程序排错与调试训练 学生成绩管理 中值滤波	数组的引用和初始化、数组的赋值和数组的输入输出方法
函数	“加法测验”——函数的定义和声明 “多人年龄求解”——函数的递归调用 “购物结算”——全局变量和局部变量的运用 “团队协作”——多文件编程	程序排错与调试训练 汉诺塔问题 进制换算 简易计算器 年历输出	函数的定义、参数的对应关系和函数的调用
指针	“猜硬币游戏”——交换函数 “医院门诊预约”——动态内存分配	程序排错与调试训练 用户画像 问卷调查	指针变量和函数指针
结构体与共同体	“北京冬奥会奖牌统计”——结构体定义和使用 “班级成员信息表”——共同体变量、结构体数组以及应用	程序排错与调试训练 员工生日福利 角色与权限	结构体变量、共同体变量和结构体数组

3.2.3 在 C 语言实验教学中应用引导案例

根据 OBE 理论,教师在 C 语言实验教学中需要转换自身定位,调整课堂教学组织方式,将案例教学与实验教学相结合,引导学生将引导案例学习中的收获转化为实验项目操作的能力,从而实现“以实验结果为导向,以学生为中心”的教学改革目标。引导案例的运用从 3 个方面对传统的实验教学方法进行了改革。

1) 引导案例在实验教学流程中的嵌入

① 教师介绍案例背景和程序代码、演示程序运行结果,提示学生初步思考案例程序的运行结果是如何通过 C 语言得到的。

② 围绕实验教学目标,结合引导案例提出基本、重点、难点、实践和拓展 5 类问题。这 5 类问题覆盖学生学习的全过程,具体设置如下:基本问题一般针对知识点的概念等简单问题,可在学生预习时解决或者在课堂上进行提示即可;重点问题是重要知识点,由教师进行强调或者展开讲解;难点问题让学生思考,教师进行适当的点拨;实践问题由学生分组讨论,探讨解决方法或者答案;拓展问题由学生结合实验项目进行思考或者完成。

③ 组织学生从案例程序的实现结果出发,讨论和回答案例讨论题,剖析案例程序的特点,归纳出可供借鉴的知识点。

④ 进行 C 语言程序排错和调试训练,起到引导案例向实验项目过渡的作用,进一步引导学生围绕如何实现预期的程序运行结果去准确规范地进行代码编写。

⑤ 学生自主完成实验项目,在实验操作中案例学习的心得和相关的 C 语言知识点加以应用和拓展。

2) 教学环节的精细化打磨

根据实验教学目标,对关键教学环节加以打磨,包括案例引入时机、案例引入方式、案例讨论导调、案例结论归纳、案例结论应用等。

3) 案例教学对实验教学引导功能的发挥

帮助学生通过引导案例透彻理解和掌握 C 语言相关知识点,在具体的实验项目应用场景中体会其规则与功能。

下面以“结构化程序设计”单元为例,具体说明如何实施案例引导式的实验教学改革。

① 设计本单元的实验教学引导案例。根据本

单元的教学目标,设计了“‘物不知数’问题解析”和“千里之堤,溃于蚁穴”两个引导案例,引导学生通过案例了解程序设计的一般思路框架和查找程序问题的一般方法。

② 将引导案例与实验项目进行耦合。本单元的实验目的是让学生掌握 C 语言程序设计的一般过程。如果没有引导案例作为先导,直接让学生去完成“特殊数的筛选与求和”与“计算房贷”这两个实验项目,学生很难把理论课上初步了解的抽象的程序设计过程,转化为这两个实验项目中的具体操作;而有了引导案例以后,程序设计过程中的问题分析、建立数学模型、归纳、再分析、优化和测试等关键步骤,就变得形象化和立体化,能够助力学生完成从理论到实践的跨越。

③ 在 C 语言实验教学中应用引导案例。教师在介绍了引导案例的背景和程序代码的形成过程并演示程序运行结果后,对“任务解析”“断点设置”等基本问题进行简单提示,对“伪代码的形成过程”等重点问题进行强调,对“代码优化”等难点问题进行适当的启发或点拨,然后组织学生进行案例讨论,归纳核心知识点。在此基础上,学生自主完成实践性项目“特殊数的筛选与求和”以及拓展性项目“计算房贷”。

4 教学效果

在数字传媒专业 2022 级 C 语言程序设计实验课程实施了基于 OBE 理论的案例引导式教学改革以后,与采用传统教学方法的数字传媒专业 2021 级相比,实验教学质量得到显著提高,课程总评平均成绩、优良率得到较大幅度提升,如表 2 所示。

表 2 基于 OBE 理论的案例引导式教学效果

学生班级	总评平均分	优良率/%
数字传媒2021	80.3	85
数字传媒2022	86.7	96

在教学效果调查中,学生普遍反映案例引导式的实验课教学法能帮助他们更快地将 C 语言的理论知识应用到实验中,更加深入地理解了 C 语言的语法、功能以及应用场景。学生对于案例引导式的实验教学满意度达到 95%,并希望在其他程序设计类实验课程中推广这一教学方法。

5 结束语

基于 OBE 理论的案例引导式 C 语言程序设计实验课程教学改革从理论和实践两个维度展开, 从实验教学模式和实验教学方法两个层面推进了实验课教学改革, 提高了实验课教学质量。基于 OBE 理论重塑实验教学模式, 将 OBE 理论应用于 C 语言实验教学, 有利于从更新实验教学目标、完善实验教学环节、再造实验课堂组织、评价实验教学成果等方面把握实验教学的改革方向与路径, 最终实现实验教学模式的整体改革; 采用案例引导方法优化实验教学, 在 C 语言实验教学中将案例作为实验项目的先行引导工具, 有利于进一步明确实验目的, 突出实验项目对应的知识点, 展现知识点在程序实现中的作用, 从而帮助学生深化对 C 语言强大功能的认识, 为高质量完成后续实验项目打下基础。

参考文献

- [1] 龙慧, 唐娟, 唐丽萍. 基于互联网+网络平台的 C 语言课程教学改革与实践[J]. 中国现代教育装备, 2020(21): 53-55.
- [2] 孙笑微. 基于 PTA 平台的《C 语言程序设计》教学改革与实践[J]. 沈阳师范大学学报(自然科学版), 2020, 38(4): 377-380.
- [3] 王国华, 郑永森, 林琳, 等. 人工智能时代《C 语言程序设计》教学改革[J]. 现代计算机, 2020(28): 65-68.
- [4] 李小玲, 魏建国, 袁继敏. 新工科背景下基于 OBE 的《C 语言程序设计》课程建设[J]. 攀枝花学院学报, 2020, 37(5): 103-107.
- [5] 李薇, 黑新宏, 王磊, 等. 新工科背景下的 C 语言程序设计课程实验教学[J]. 计算机教育, 2021(7): 188-192.
- [6] 苏畅, 郭树强, 姜万昌, 等. 基于创新能力培养的 C 语言程序设计教学改革的探索与研究[J]. 吉林化工学院学报, 2021, 38(8): 26-29.
- [7] 邓丽, 潘峰, 魏嘉银, 等. 基于项目导向式的线上线下 C 语言程序设计混合教学方法研究[J]. 信息与电脑(理论版), 2021, 33(23): 237-239.
- [8] 佟强, 蒋玉茹, 赵淳, 等. 课程设计项目驱动的“C 语言程序设计”教学方法探索[J]. 教育教学论坛, 2021(51): 138-141.
- [9] 林震, 卢黎明. C 语言程序设计实验的混合式教学实践[J]. 电子技术, 2023, 52(2): 130-132.
- [10] SPADY W G. Outcome-based education: Critical issues and answers [M]. Arlington: American Association of School Administrators, 1994.
- [11] WILLIS S, KISSANE B. Systemic approaches to articulating and monitoring student outcomes: Are they consistent with outcome-based education?[J]. *Studies in Educational Evaluation*, 1997, 23(1): 5-30.
- [12] 张男星, 张炼, 王新风, 等. 理解 OBE: 起源、核心与实践边界: 兼议专业教育的范式转变[J]. 高等工程教育研究, 2020(3): 109-115.
- [13] 柏晶, 谢幼如, 李伟, 等. “互联网+”时代基于 OBE 理念的在线开放课程资源结构模型研究[J]. 中国电化教育, 2017(1): 64-70.
- [14] 邱剑锋, 朱二周, 周勇, 等. OBE 教育模式下的操作系统课程教学改革[J]. 计算机教育, 2015(12): 28-30.
- [15] 周春月, 刘颖, 张洪婷, 等. 基于产出导向 OBE 的阶梯式实践教学研究[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(11): 206-208.
- [16] 刘凯, 余应福, 闫文君. 军事人工智能课程的层次递进式实验案例设计[J]. 实验技术与管理, 2022, 39(4): 186-189.

编辑 葛晋