

# 工程认证背景下 C++ 课程实践教学改革

郭芬 余丙军

华南理工大学 软件学院, 中国·广东 广州 510641

**摘要:** 工程教育专业认证是一种国际上广泛认可的工程教育质量评估方法, 学生的创新和实践能力是软件工程专业工程认证背景下的核心培养目标。为提高课程目标达成度, 设计一种新的 C++ 语言实践教学模式。该模式针对课程目标, 建立分层题库; 以学生为中心, 分阶段实施; 且经多轮教学实践, 持续改进教学质量。经过两轮教学, 达成度分析数据表明, 该模式提升了该课程的工程认证目标达成度, 即提升了教学质量并促进了学生创新和实践能力的培养。

**关键词:** 工程认证; 实践教学模式; 目标达成度; 持续性改进

## Reform of C++ Course Practice Teaching under the Background of Engineering Certification

Fen Guo Bingjun Yu

School of Software Engineering, South China University of Technology, Guangzhou, Guangdong, 510641, China

**Abstract:** Engineering Education Accreditation (EEA) is an internationally recognized quality assessment method for engineering education, and students' innovation and practical abilities are the core training objectives under the background of EEA of major which is named software engineering. To improve the achievement of course objectives, a new C++ language practical teaching mode was designed. This model establishes a hierarchical question bank based on course objectives, student-centered and phased implementation. In addition, the quality of teaching has been continuously improved through multiple cycles of teaching practice. After two cycles of teaching, the data shows that this model has improved the achievement of the engineering certification goals of the course. It means that it has enhanced the teaching quality and promoted the cultivation of students' innovation and practical abilities.

**Keywords:** engineering certification; practical teaching mode; goal achievement degree; continuous improvement

### 0 前言

工程教育专业认证是一种国际上广泛认可的工程教育质量评估方法。其核心内容是构建工程教育的质量监控体系, 推进工程教育改革, 进一步提高工程教育质量<sup>[1-2]</sup>。2015年3月, 中国工程教育认证协会发布了《工程教育认证标准(2015年版)》<sup>[3]</sup>, 该工程认证的理念包括“以学生为中心”“产出为导向”, 并做到“持续改进”。

学生的创新和实践能力是该专业工程认证背景下的核心培养目标。因此, 探讨在工程认证背景下本专业课程的实践教学改革, 以此促进学生的创新和实践能力的提高, 具有一定的研究和实践价值。

### 1 课程实践教学现状分析

目前, 无论是学校公共基础课还是学院专业课程中的 C++ 程序设计课程中的实验环节主要采用如下两种教学模式之一, 各有优缺点。

**模式一:** 传统地以实验报告方式提交程序代码的模式。任课老师提前发布实验任务书, 学生根据任务书发布的内容进行编程练习, 然后将程序代码和运行结果等汇总到实验报告中提交。

**模式二:** 利用在线评价系统 (Online Judge) 提交程序代码并检测的方式。学生可以在线提交程序后, OJ 系统对程序进行编译和执行, 并通过预先设计的测试数据来检验程序源代码的正确性。

这两种模式各有优缺点, 具体如表 1 所述。

表 1 课程实验教学模式对比分析

模式	模式一	模式二
优点	有助于培养学生撰写项目文档的能力, 为软件工程类本科生后期学习项目管理等课程打下基础	评测源代码效率高; 竞赛模式能有效激发学生学习兴趣, 促进学生编程效率
缺点	人工评测源代码的效率低; 修改实验任务的效率低, 只能手动更改文档; 抄袭情况难判断	题型单一, 只有编程题; 对源程序代码的规范性等不能进行全面的检查; 不恰当的测试数据容易产生一定的错误引导

### 2 面向工程认证的课程目标

高级语言程序设计 C++ 课程为本校软件工程专业的必修课程, C++ 语言程序设计的能力培训对软件专业的学生来说不仅是专业素养的培养, 也体现着创新性思维的信息素

质培养过程。该课程是本校本专业开设的一门必修的专业基础课程,分为两阶段授课,即 C++(上)和 C++(下),分别于秋季和春季开设。课程教学目标的设定应对该专业的毕业要求有一定的支撑。

## 2.1 课程教学目标与支撑的毕业要求

### 2.1.1 课程目标

课程目标细分为六个目标,其中前三个目标主要体现该课程的知识目标,后三个目标主要体现该课程的能力目标。具体如下。

①了解高级语言的发展史,熟悉主流编程语言,特别是 C++ 语言的特点和应用场景。

②熟悉 C++ 语言的基本语法,能灵活运用各种运算表达式、存储结构和控制结构实现复杂逻辑的编码实现。

③熟悉函数、多文件程序、项目等源代码组织结构,能利用自顶向下的问题分析方法,逐步实现小规模的应用开发。

④能够针对具体的软件需求,选择适合的开发平台和工具,完成系统开发工作。

⑤熟练掌握至少一种 C++ 开发工具,能够用 C++ 程序实现用户需求,独立使用编程实现简单的应用。

⑥能够针对软件系统需求设计解决方案,完成系统架构设计、组件设计和数据库设计等,实现软件功能,从而具有独立的系统软件开发能力。

### 2.1.2 课程支撑的毕业要求

①指标点 1.2: 能够应用数理、工程和专业的基础知识,解释软件工程专业复杂的工程问题。

②指标点 3.2: 能够针对软件系统需求设计解决方案,完成系统架构设计、组件设计和数据库设计等,实现软件功能。

③指标点 5.1: 针对软件实现问题,能够熟悉主流的软件开发语言和平台,选择恰当的开发工具完成软件开发,并能理解开发过程的局限性。

## 2.2 课程目标对毕业要求的支撑关系

课程目标①和②是课程的基础型任务,目标达成围绕 C++ 语言核心语法学习开展,通过高级语言程序设计方法的学习,培养学生的编程思维,支撑毕业要求 1.2。

课程目标③和④是课程的理解型任务,伴随编程任务难度的升级,学生认识并实践应用开发从需求理解,到方案设计,再到开发测试及验证的软件开发过程,对系统的架构、应用的配置和发布,组件的概念有初步的认识。该目标支撑了毕业要求 1.2、3.2 和 5.1。

课程目标⑤和⑥是课程的延展型任务,在 C++ 语言的知识学习过程中,与其他高级程序设计语言的设计目标,语法特点和适用场景展开对比思考,起到举一反三的效果,支撑指标点的 3.2 和 5.1。

课程目标与毕业要求二级指标的系数关系矩阵如表 2 所示。

表 2 课程目标与毕业要求二级指标系数矩阵

	毕业要求 1.2	毕业要求 3.2	毕业要求 5.1
课程目标 1	0.3		0.1
课程目标 2	0.4	0.3	
课程目标 3		0.3	
课程目标 4	0.3		0.4
课程目标 5		0.4	
课程目标 6			0.5

## 3 实践教学改革与实施

通过目前的 C++ 课程教学现状分析得出,设计一种新的 C++ 语言实践教学模式,以达到既能促进学生的编程效率,杜绝学生相互抄袭的情况,提升学生的编程实践能力,又能通过多种题型训练学生的代码的规范性和合理性的目的。同时,通过持续性改进<sup>[4]</sup>,动态调整实践教学内容,从而提升教学质量、提高学生的专业素养。

### 3.1 针对课程目标,建立分层题库

#### 3.1.1 针对课程目标,建设各目标对应的题库

针对 C++ 语言的课程目标,建设相应的题目。题目分为难、中、易三层,具体如下所述。

①易题主要是针对课程目标 1 和 2,用于培养学生的编程基础。

②中等题主要针对课程目标 3 和 4,旨在提升学生编程能力,培养其独立的软件开发能力。

③难题主要针对课程目标 5 和 6,旨在培养学生根据给定需求选择合适的平台和第三方工具完成系统的开发工作能力,从而提升学生的解决综合问题的能力,从而促进其创新能力的培养。

#### 3.1.2 选用合适的平台构建习题系统

该实验习题系统包括如下内容。

①包括选择题、填空题、程序填空、程序分析题和程序设计题等多种题型。

②能自动批改选择题、填空题、读程序填空、程序分析题,对于程序设计题支持 OJ 在线评测。

③支持作业自动存档功能,能按照个人或者班级或者实验任务导出实验报告。

④支持动态组卷并发布试卷,提供试卷分享、试卷互评等功能。

⑤支持在线考试功能(课堂小测等),并能自动分析试卷每题的班级得分率、错误率等。

针对 C++ 语言的每章节建设相应的题目,包括选择题、填空题、读程序填空、程序分析题和程序设计题。每章题目不少于 40 个,按层次分类标记。

### 3.2 以学生为中心,分阶段实践

#### 3.2.1 分段实施

根据 C++ 课程特点,课程教学分为三个阶段实施。其中,第一阶段主要完成 C++ 编程语言的基本概念的学习,与课

程目标 1 和 2 呼应；第二阶段完成面向对象编程的方法的学习，与课程目标 3 和 4 呼应；第三阶段通过学生自选感兴趣的课题，独立完成开发，不仅可以实现培养学生实践应用能力的目标，同时还有助于培养学生的团结协作意识和科研能力，与课程目标 5 和 6 呼应。

### 3.2.2 分层实践，动态调整内容

在工程认证背景下，基于 OBE 理念，以学生为中心，实验任务的难度采用递进式，每次实验任务根据分析上次学生的完成情况和数据分析进行动态调整，在习题系统中重新组卷以实现对于上一次实验任务中的薄弱知识点进行了巩固，同时又对当前实验任务中的新知识点进行了训练。

实验评阅环节适当增加学生互评环节，从而通过阅读他人的程序达到提升读程序、分析问题的能力。

### 3.3 多轮教学实践，持续改进教学

进行两轮以上教学实践，根据学生实验情况的情况反馈和数据统计分析进行轮内和轮间的实践教学的持续性改进。

轮内：根据《高级语言程序设计 C++（上）》课程的实施效果，在《高级语言程序设计 C++（下）》课程和《C++ 程序设计开发》中进行改进。

轮间：根据上一年的同课程的达成度分析在下一年中进行改进。

## 4 课程目标达成度分析

### 4.1 课程目标评价方法

为了实现既定的课程目标，我们通过理论授课、课后作业、配套实验等形式进行教学，以作业、实验和期末考试的成绩来对课程目标达成度进行评价。作业重点考察课程目标 1~3 的达成度，实验重点考察课程目标 4~6 的达成度；期末考试采用笔试闭卷方式，考试题型包括单选题、写程序结果题、简答题、程序填空题及编程题五个类别，主要考察课程目标 1 和 3 的达成度。

对应教学内容，以 2023-2024-2 学期为例，考试五道大题列为考试 1~5。在评价计算中，作业达成度以作业平均分 / 作业满分计算，实验达成度以实验平均分 / 实验满分计算，考试达成度以考试成绩平均分 / 考试满分计算。知识目标的评价结果如表 3 所示，能力目标的评价结果如表 4 所示。

### 4.2 毕业指标达成度评价

知识和能力目标与毕业要求二级指标系数矩阵如表 5 所示。

表 3 知识目标的评价结果

通过 C++ 语言学习，能够用 C++ 程序实现用户需求，并显示输出程序的运行情况。				
达成途径：	通过课堂授课使学生掌握相关基本概念。课后作业及小测题进行巩固；通过实验环节的样例代码学习了解程序语言的工作过程。			
评价依据	本课程目标所要求的相关能力，通过实验的对应环节和试卷相应考题进行评价。			
课程目标细化的预期学习能力	学习任务和考核			学习能力评价结果
	学习任务	考核点	计算方法	
课程目标 1	第 9 章	实验 1 试题 1、3	实验 1 × 40% + ( 试题 1 + 试题 3 ) / 2 × 60%	0.849
课程目标 2	第 10~11 章	实验 2~3 试题 2、4	( 实验 2 + 实验 3 ) / 2 × 40% + ( 试题 2 + 试题 4 ) / 2 × 60%	0.898
课程目标 3	第 13~14 章	实验 4 试题 5	实验 4 × 40% + 试题 5 × 60%	0.876
综合评价结果：细化目标 1 × 0.3 + 细化目标 2 × 0.3 + 细化目标 3 × 0.4				0.8745

表 4 能力目标的评价结果

能够针对软件系统需求设计解决方案，完成系统架构设计、组件设计和数据库设计等，实现软件功能，从而具有独立的系统软件开发能力。				
达成途径：	通过课堂授课、实验实践使学生掌握软件开发工具和过程。			
评价依据	本课程目标所要求的相关能力，通过试卷相应考题对应评价对软件开发各阶段知识点的掌握；通过实验任务的完成情况，评价学生对相关技术应用于软件设计的能力			
课程目标细化的预期学习能力	学习任务和考核			学习能力评价结果
	学习任务	考核点	计算方法	
课程目标 4	第 12~14 章	平时作业 试题 5	( 作业 1 + 作业 2 ) / 2 × 40% + 试题 5 × 60%	0.863
课程目标 5	第 13~14 章	实验 4 试题 4	实验 4 × 40% + 试题 4 × 60%	0.804
课程目标 6	第 9~18 章	平时作业 考试题 5	( 作业 1 + 作业 2 ) / 2 × 40% + 试题 5 × 60%	0.863
综合评价结果：细化目标 1 × 0.3 + 细化目标 2 × 0.3 + 细化目标 3 × 0.4				0.8453

表 5 知识和能力目标与毕业要求二级指标系数矩阵

	毕业要求 1.2	毕业要求 3.2	毕业要求 5.1
知识目标	0.7	0.6	0.1
能力目标	0.3	0.4	0.9

根据目标评价结果,我们将 2022 和 2023 年秋季班进行对比,如图 1 所示,三项二级指标达成度如表所示。综合来看,各项指标点达成情况均高于 80%,课程达成度运行良好。且 2023 学年整体达成度有所提高。



图 1 2022 年和 2023 年秋季班毕业要求达成度

## 5 结语

总体而言,该课程实践教学既有效提高了课程目标达成度,又培养了学生良好的编程习惯,教师通过查看学生提交的源代码,能及时发现程序的问题,对于规范性等问题可以及时在课堂上纠正并强调,从而能培养学生良好的编程习惯,保持良好的编程素养,为高年级的专业课程打下基础。

另外,实验习题系统的在线组卷功能,能让教师根据各班级学生的学习情况动态地快速地调整任务书的内容,从而提高教师的个性化教学效率,从而提升教学质量。

总体而言,依据该课程的实验教学改革效果,可以将此模式应用在其他高级语言程序设计注入 Python、Java 等语言程序设计课程,从而促进了其他高级语言程序设计类课程的教学质量。

## 参考文献:

- [1] 蒋宗礼.工程教育认证的特征、指标体系及与评估的比较[J].中国大学教学,2009(1):36-38.
- [2] 陆勇.浅谈工程教育专业认证与地方本科高校工程教育改革[J].高等工程教育研究,2015(6):157-161.
- [3] 吴晓明,李冬林,孙金凤,等.2015版中国工程教育认证标准研究[J].机械工业标准化与质量,2017(5):21-24.
- [4] 余天佐,蒋建伟,任锐,等.基于工程教育认证标准的持续质量改进——以Z大学全国示范性软件工程专业为例[J].清华大学教育研究,2015,36(6):104-111.

作者简介:郭芬(1979-),女,中国湖南益阳人,博士,正高级实验师,从事云计算与数据处理研究。

基金项目:2020 年度广东省教育厅高等教育教学改革项目[粤教高函〔2020〕20号];华南理工大学 2023 年度教研教改项目“《高级程序设计语言 C++》实验教学模式改革”(项目编号:C9233081);2022 年教育部第二批产学合作协同育人项目(项目编号:220901636273953)。