

# 基于 OBE 的软件工程专业实验教学过程考核与评价\*

关玉欣 刘广文 张斌斌 邢红梅

内蒙古工业大学数据科学与应用学院, 呼和浩特 010080

**摘要** 软件工程专业的实验环节是培养学生实际技能和解决实际工程问题能力的重要环节。然而, 传统的实验考核方法中存在着评价标准不明确、评分主观性高以及缺乏实时反馈等问题, 导致在过程性考核中实验成绩没能有效反应学生的真正实践能力和素养。在 OBE-CDIO 理念的指导下, 本文针对软件工程专业实验环节的特点和需求, 从考核目标、考核形式、评分标准与课程评价等方面综合论述并设计了以成果为目标导向, 以学生为本的过程考核模式, 旨在提高考核的公平性和准确性, 同时鼓励学生深入思考和创新, 以促进学生工程实践能力的培养。

**关键字** 实验环节, OBE, 目标导向, 过程考核, 工程实践能力

## Assessment and Evaluation of Software Engineering Experimental Teaching Process based on OBE

Yuxin Guan Guangwen Liu Binbin Zhang Hongmei Xing

College of Data Science and Applications, Inner Mongolia University of Technology  
Hohhot 010080, China;  
49198967@qq.com

**Abstract**—The experimental component of the software engineering program is an important step in cultivating students' practical skills and their ability to solve real engineering problems. However, traditional methods of experimental assessment suffer from problems such as unclear evaluation criteria, high subjectivity in grading, and lack of real-time feedback. As a result, in the process of assessment, experimental grades do not effectively reflect students' true practical abilities and qualities. Guided by the OBE-CDIO concept, this article focuses on the characteristics and requirements of the experimental component in the software engineering program. It comprehensively discusses and designs an outcome-oriented, student-centric process assessment model from aspects such as assessment objectives, assessment forms, grading standards, and course evaluation. The aim is to enhance the fairness and accuracy of assessment, while also encouraging students to think critically and innovate, thereby promoting the cultivation of students' engineering practical skills.

**Keywords**— Experimental component, OBE, Outcome-oriented, Process assessment, Engineering practical skills

## 1 引言

成果导向教育(OBE)是我国工程教育认证所坚持的一条主线, 将工程教育专业认证的考核体系不断进行丰富和完善, 对我国工程教育质量的提高具有巨大的推动作用<sup>[1]</sup>。软件工程是一门高度依赖实践能力的学科, 学生需要通过实际的软件开发实践来理解和应用相关的理论知识。因此, 为了培养学生的实践能力和创新能力, 实验环节的考核方法的研究显得尤为重要。传统的考试评估方法主要关注学生的实验报告是否规范、实验代码是否运行正常, 无法全面考察学生

的综合素质, 如解决问题的能力、团队合作能力和创新思维等。在授课过程中, 理论知识与实践应用之间存在一定的鸿沟。传统的教学方法主要侧重于理论知识的传授, 而缺乏对实践能力的培养。实验环节的考核方法可以使将理论知识与实际操作相结合, 填补理论与实践之间的差距。随着软件工程行业对人才的需求越来越高, 不仅需要掌握扎实的理论知识, 还需要具备实际项目经验和解决问题的能力。

在此背景下, 实验教学过程性考核模式改革势在必行, 运用科学、准确、新颖的考核方法, 可以更全面地评估学生的能力, 提升他们的综合素质, 使其更加适应软件工程领域的需求。实验环节的考核方法可以激发学生的创新潜力和研究热情。通过开放性实验和项目实践的考核, 学生可以自由发挥并提出具有创新性的解决方案, 促进创新和研究的发展。

\* 基金资助: 本文得到内蒙古工业大学教学改革项目(2023111)、内蒙古工业大学课程建设项目(SZ2022022)、内蒙古自治区规划课题(NGJGH2023055)和程序设计基础课程思政建设项目(RC2200003001)资助。

## 2 实验环节考核的重要性与现状

### 2.1 实验考核的重要性

课程实验环节考核的重要作用和在教育领域中扮演着重要的角色,通过系统的考核能够检验学生理论知识的应用能力、实践能力、团队合作和沟通能力,最终对学生的实验成果有效地反馈,成为达成教学目标的有效支撑,如图1所示。

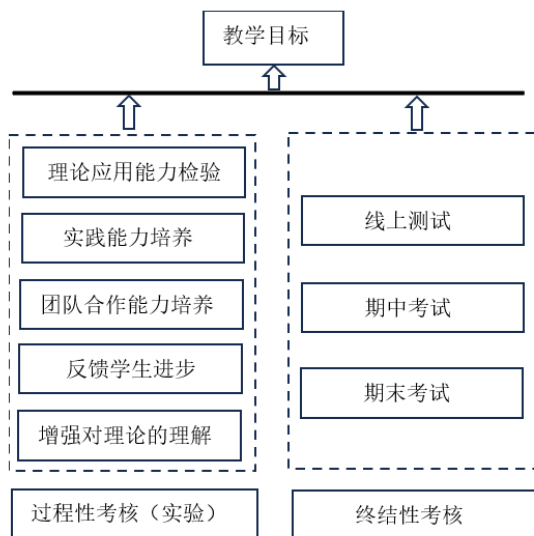


图1 实验考核对教学目标的支撑

课程实验环节考核可以帮助学生将课堂上学到的理论知识应用到实践中。通过实际操作和实验观察,学生可以深入理解和巩固所学的理论,并学会如何将其应用于实际问题解决。

实验考核可以帮助学生培养实验技能和实践能力。学生通过实验操作锻炼自己的观察、测量、记录数据、分析数据和解决问题的能力<sup>[2]</sup>,提高他们的实验技巧和科学思维。

通过参与实验考核,学生可以更深入地理解和记忆课程的内容。实验可以将抽象的理论概念转化为具体可见的现象,使学生能够亲身经历和体验到相关知识的重要性和实际运用<sup>[3]</sup>,从而加深对知识的记忆和理解。

课程实验环节常常会要求学生进行团队合作,这有助于培养学生的团队合作和沟通能力。学生需要与团队成员合作分工、协调工作并共同完成实验任务,这练习了学生的团队协作能力和沟通技巧。

课程实验环节考核是评估学生学习成果的有效途径之一。通过实验考核,教师可以客观地评估学生的实际能力和掌握程度,提供及时的反馈和评价,帮助学生认识到自己的优势和不足,并激发他们进一步学习和提高的动力。

### 2.2 实验环节考核现状分析

在软件工程课程实验环节的考核中存在以下问题:

#### (1) 考核方式单一

现有的考核方法往往对实验设计和实验报告有较严格的要求,缺乏灵活性,这可能限制了学生的创新思维和自主探索的空间,并不能真正反映他们的实践能力和解决问题的能力。

#### (2) 缺乏实时反馈

一些实验考核可能仅依赖于学生提交的报告或成果,缺乏及时的反馈和指导。学生可能需要等待较长时间才能了解自己的错误和改进的方向,这可能影响他们的学习效果和进步。

#### (3) 缺乏综合考量

现有考核方法往往只关注学生实验的结果,而忽视了实验过程中的其他方面,如实验设计、编码能力、测试能力和团队合作等。这种情况下,学生可能只注重结果的完成,而忽略了其他重要的技能和能力的培养。

#### (4) 学生主体地位不突出

在OBE教育理念中,学生学到了什么远比怎样学习和什么时候学习重要。在实验环节中教师不再像理论课那样全程讲课,老师发布实验任务后学生在实验室独立编码,写实验报告。由于实验环节教师参与教学的比例较少导致学生持有应付、逃避的态度,实验代码自己不会编可以抄袭,实验报告也可以借鉴。因此在实验过程中亟待向以学生为中学转变,让每一个学生亲自参与到实验过程中。

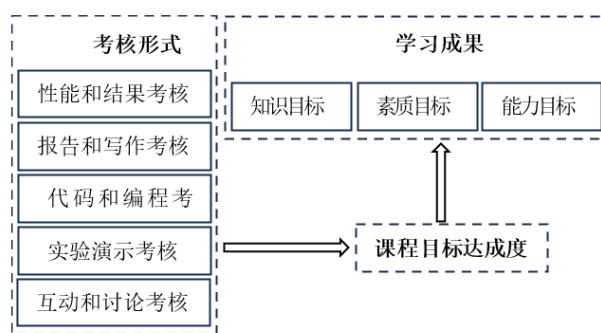


图2 实验考核形式的优化

## 3 OBE 教学模式下的实验考核新模式

### 3.1 实验考核新模式的建立

在OBE融合理念的指导下,强化“素质”要求,以最终学习成果为起点<sup>[4]</sup>,围绕专业培养要求及课程教学目标反向设计考核内容,并确定各内容的权重,

最后根据多方评估的结果进一步调整考核内容和权重。课程实验的考核形式的选择应根据具体的实验内容和课程目标进行考虑<sup>[5]</sup>。为了达到知识目标、能力目标和素质目标，实验环节考核形式不能仅仅局限于实验报告，而应该考核形式多元化，通过性能和结果评估最终通过综合的考核方式进行达成效果的量化，如图 2 所示。

### 3.2 实验各环节考核方式

根据 3.1 探讨的实验环节的考核形式，对各个环节的考核点做如下改革：

(1) 对于需要评估实验性能和结果的实验

可以选择使用性能指标和结果分析来进行考核。例如，可以使用性能指标如准确率、召回率、F1 分数等，或使用结果分析工具如混淆矩阵、ROC 曲线等。

(2) 对于需要学生进行实验报告或写作的实验

可以选择使用报告评估工具。例如，可以使用常见的写作评估标准如逻辑结构、语法准确性、科学性等，并结合使用文字处理工具或写作评估软件进行评分。

(3) 对于需要学生进行编程实现的实验

可以选择使用代码评估工具。例如，可以使用代码质量评估工具如静态代码分析工具、代码复杂度度量工具等，或者使用代码托管平台如 GitHub 进行代码

版本控制和评估<sup>[6]</sup>。对于需要学生进行实验演示和展示的实验，可以选择使用演示评估工具。例如，可以使用演示评估表格或评估表，还可以使用演示录屏工具和视频剪辑工具来记录和评估学生的演示过程和展示效果。

(4) 对于需要学生进行讨论和互动的实验

可以选择使用互动评估工具。例如，可以使用在线讨论平台、即时通讯工具或在线问答工具来进行学生之间的互动评估，或使用学生作业提交平台来收集学生的讨论作业。

考核形式和工具的选择应根据实验的具体需求和目标进行选定，并且应考虑到对学生能力和学习效果的全面评估。

## 4 基于 OBE 实验考核模式的实施

根据 OBE 产出导向的教育理念，从培养学生解决复杂工程问题的能力这个教学目标出发，在实验考核过程中应合理设置考核分项以及权重，并在实施过程中持续改进考核方法。

### 4.1 教学目标及观测点

新考核模式的应用首先要根据人才培养方案中的毕业要求，确定各门课程的教学大纲，在教学大纲中明确教学目标以及观测点，如表 1 所示。

表 1 课程目标-要求-观测点关系表

课程目标	观测点	毕业要求
课程目标1：能够综合运用正规式、有穷自动机、正规文法等词法分析工具正确分析并识别单词，且能够设计三种单词识别工具结构上的等价变换算法；在预测分析法、LR(K)分析法的基础上熟练地根据文法类型的不同选择恰当的语法分析方法进行句型分析，并得出分析结论。	1.4 能够将相关知识和数学模型方法用于复杂软件工程问题解决方案的比较与综合。	工程知识：掌握数学、自然科学、计算机科学基础和软件工程专业知识，能够应用这些知识解决web应用/移动应用领域复杂软件工程问题。
课程目标2：加深对程序设计语言本质的理解，从而更好地运用程序设计语言提升知识分析、设计、解决复杂软件工程问题的能力，从而设计出并实现解决方案。	4.1 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析web 应用/移动应用领域的复杂工程问题。	研究：能够基于科学原理与方法，采用软件建模、实验等方法对web应用/移动应用领域复杂软件工程问题进行研究，能够设计实验方案；能分析和解释数据，并通过信息综合，得到合理有效的结论。
课程目标n：...	...	...

### 4.2 设置过程考核各项权重

实验课程分为课内实验和独立的实验课程两部分，如果是课内实验，则实验环节会与其它过程性考核（如作业、练习）共同支撑某个教学目标；如果是独立的实验课程，则实验环节完全支撑某教学目标。但无论是课内实验还是独立的实验课程的过程性考核都要根据各门课程的实验内容、实验手段以及具体要实现的目标来确定构成每个实验的分项的权重，表 2 设置了某实验课程的考核项和权重。

表 2 实验过程性考核各分项权重

实验名称	过程性考核				
	性能和结果	报告和写作	代码和编程	实验演示	互动和讨论
实验一	w=0.2	w=0.2	w=0.4	w=0.1	w=0.1
实验二	w=0.15	w=0.2	w=0.45	w=0.1	w=0.1
实验 n	...	...	...	...	...

根据新考核模式的考核形式，每个实验的过程性考核都由性能和结果考核、报告和写作考核、代码和

编程考核、实验演示考核以及互动和讨论考核这几个分享组成，各分项均设置适当的权重来衡量课程目标的达成情况。实验各分项的权重并不能随意设置，而是根据课程实际情况由课程组成员共同议定。

### 4.3 教学目标达成情况的量化

假定某实验有  $x$  个考核项，第  $i$  个考核项的满分为  $t_i$ ，学生在此项中的平均分为  $p_i$ ，且该考核项的权重为  $w_i$ ，则该实验  $f_i$  的达成情况由 (1) 计算为：

$$f_i = \sum_{j=1}^x w_{ij} \frac{p_i}{t_i} \quad (1)$$

表 3 课程目标达成度评价

课程目标	支撑点	性能和结果	报告和写作	代码和编程	实验演示	互动和讨论	评估结果
目标4 c=0.7895	实验一 (50%)	78.51/100 w=0.2	82.43/100 w=0.2	69.78/100 w=0.4	91.62/100 w=0.1	79.63/100 w=0.1	0.7723
	实验二 (50%)	82.75/100 w=0.15	86.41/100 w=0.2	76.58/100 w=0.45	94.33/100 w=0.1	70.82/100 w=0.1	0.8067

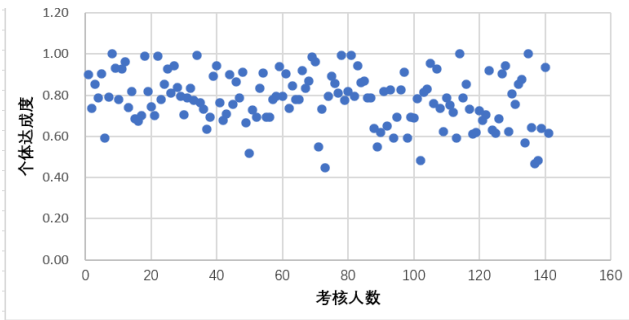


图 3 课程目标的个体达成度

以上列举的表中课程目标 4 仅由实验支撑，如果课程目标的支撑点还包括其他考核环节，则需要改变表结构，列举出其他环节的各项权重及分数。课程目标达成度合格的标准各个专业可能会有一些差距，以各专业评估时所定的合格标准为依据。

图 3、图 4 分别用散点图表示某教学目标的个体达成度情况和用雷达图表示课程教学目标的达成情况。

散点图中每一个点代表一个学生，每个学生的达成度称为个体达成度，也通过 (1) 和 (2) 进行计算，通过散点的分布情况可以直观地观察针对某一教学目标学生达成情况。

图 4 所示的雷达图表明了某课程 5 个教学目标地达成情况，如果设定合格标准值，则达成度和目标值可进行可视化对比，可根据数据点在整个数据集中的位置和分布情况，使教师能够快速地从数据中的关

键信息。假定某教学目标  $c$  由  $m$  个成果（包含实验、作业及其他成果）支撑，且每个成果的权重为  $w_i$ ，则该教学目标的达成情况由 (2) 计算为：

$$c = \sum_{i=1}^m w_i f_i \quad (2)$$

以软件工程综合设计某课程目标为例进行课程目标达成度计算，其中支撑教学目标的实验各个分项满分为 100 分，计算全班学生的各分项的平均分后根据 (1) 和 (2) 即可计算课程目标的达成度，如表 3 所示。

键信息。假定设置达成目标值为 7.5，则上图中其中教学目标 5 的达成度距离目标值较远，说明本轮教学中教学目标 5 的达成情况不理想，在下一轮教学中需针对存在的问题进行持续改进。

### 5 学生对考核方法的反馈和体验

学生对课程实验考核方法的反馈和体验是多样的，因为每个学生的学习风格和个人经验都有差异。以下是软件工程综合设计课程经过一轮新模式考核后学生反馈。

#### (1) 透明和公正的评分标准

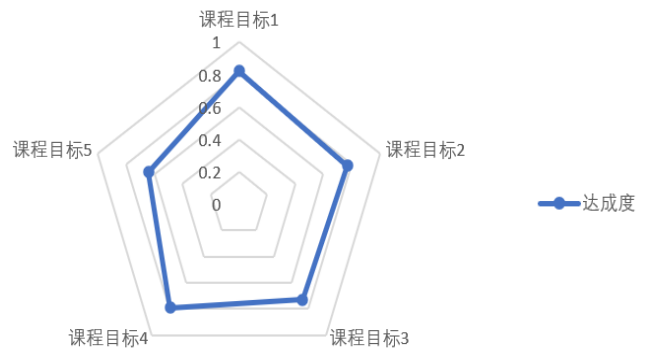


图 4 各教学目标达成效果

学生赞赏评分标准的透明性和公正性。当学生清楚地了解评分标准并且在实验过程中得到指导和反馈时，会感到安心和受到公正对待。

### (2) 可操作的评分细则

如果评分细则明确并且容易理解,学生可以更好地掌握自己在实验中的表现,看到自己的优点和不足,从而有针对性地进行改进。

### (3) 良好的实验准备

学生在实验前进行充分地准备会更有信心完成实验。学生感到满意和有成就感,因为他们清楚如何在实验中运用所学的知识 and 技能。

### (4) 多样的评价方式

学生对采用多种评价方式的实验考核方法有不同的体验。他们有机会在实际操作、报告撰写、演示展示等方面展示他们的能力,从而更全面地展示他们在课程中的学习成果。

重要的是,教师应该关注学生的反馈和体验,并根据学生的需求进行调整和改进。通过定期收集反馈、开展讨论或进行问卷调查等方式,教师可以更好地了解学生对实验考核方法的看法,并对课程中的实验设计和评估方法进行优化。

## 6 结束语

课程实验教学是过程性考核中重要的一环,其重要性在一定程度上甚至超过理论教学。科学的、完善的、可持续发展的考核方法能准确的反映学生对专业知识的掌握程度,进一步反应是否达到了教学目标以及有效的支撑了培养目标,为工程应用型人才培养提供了强有力的支持。

随着软件技术的不断发展,未来可以引入虚拟现实技术和自动化评价系统进行实验环节的考核。虚拟现实技术可以提供更灵活的实验环境,解决实验资源有限和时间地点限制的问题。未来的实验环节可以利用虚拟实验技术,让学生通过计算机模拟进行软件开发实验,包括代码编写、调试、性能优化等过程。这样可以满足大量学生的实验需求,同时减少实验设备和资源的需求。自动化评测和评价系统,通过提前设定评分标准和自动化测试工具,对学生的实验结果进行客观评价。这样可以减少人为因素对评分的影响,提高评估的准确性和公正性。

## 参考文献

- [1] 曹荣敏,吴迎年,陈雯柏等. 工程认证视角下自动化专业创新实验室建设[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(10): 259-264.
- [2] 于冷,陈波. 基于 CDIO-OBE 的实验教学过程性考核模式[J]. 计算机教育, 2022(02): 168-173.
- [3] 王毅,黄建忠,张沪寅. 基于成果导向理念的计算机新工科人才培养[J]. 计算机教育, 2020(2): 8-11, 15
- [4] 谢晓艳,谢晓巍,曹伟. 面向能力培养的程序设计基础课程改革实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, 10(3): 90-93.
- [5] 易灵芝,王雅慧. 基于 OBE 理念培养学生解决复杂问题的教学案例设计与实现[J]. 计算机技术与教育学报, 2023, 12(5): 21-26.
- [6] 韩万江,张笑燕. 基于软件工程全流程的项目驱动式课程实验教学[J]. 计算机技术与教育学报, 2023, 12(5): 61-68.