

基于 OBE 的操作系统原理线上线下 混合式教学探索与实践

冷艳梅** 贾志洋 王雪颖 李昂

中国石油大学（北京）克拉玛依校区石油学院计算机系，克拉玛依 834000

摘要：操作系统是信息技术的基础，也是国家信息安全的基石。为了适应当前的国家战略需求和人才培养需要，高校在操作系统人才培养上应当提出新的培养目标和能力要求，对教学方法和教学内容进行深入改革。本文针对《操作系统原理》课程的教学现状，分析了目前存在的问题，针对《操作系统原理》课程设计了面向教学全流程的“混合式教学矩阵”，基于 OBE 理念设计了课程目标达成度的评价机制，在为期两年的课程教学过程中进行了深度实践，利用课程目标达成度和课程评价指标验证了混合式教学的效果，为培养学生的实践能力和创新能力打下坚实基础。

关键字 操作系统原理，线上线下混合教学，教学改革，OBE 理念

Exploration and Practice of Online-Offline Blended Teaching of Operating System Principles Based on OBE

Leng yanmei** Jia zhiyang Wang xueying Li ang

Department of Computer Science, School of Petroleum Engineering
China University of Petroleum-Beijing At Karamay,
Karamay 834000, China;

Abstract: The operating system is the foundation of information technology and a cornerstone of national information security. In order to meet the current national strategic needs and talent cultivation requirements, universities should propose new training objectives and competency requirements for operating system talent development, and carry out in-depth reforms in teaching methods and content. This paper analyzes the current situation of the "Operating System Principles" course and identifies existing problems. It designs a hybrid teaching matrix that addresses the entire teaching process, combining online and offline methods. Based on the OBE (Outcome-Based Education) concept, a mechanism for evaluating the achievement of course objectives is established. Throughout a year-long teaching process, in-depth practice was conducted, and the effectiveness of the hybrid teaching approach was validated using course achievement and evaluation indicators, laying a solid foundation for cultivating students' practical and innovative abilities.

Keywords: Operating System Principles, Online-Offline Blended Teaching, Teaching Reform, OBE Concept

1 引言

操作系统作为所有应用软件的工作平台，其起源可追溯至 1969 年贝尔实验室研发的 UNIX 系统。如今，操作系统针对不同领域和应用市场，已研发出多种版本，如网络操作系统、分布式操作系统等。操作系统的性能对计算机工作效率有着直接影响，它是计算机中最基础、最核心的系统软件，是信息系统的根基。习近平总书记曾强调核心技术是国之重器，推动信息领域核心技术突破至关重要。在国际上，我国与欧美国家在“操作系统核心技术”方面一直存在竞争关系^[1]。基于国家安全战略与市场现实需求，工信

部和教育部发布的《特色化示范性软件学院建设指南（试行）》明确提出，要在包括操作系统在内的关键基础软件领域加强人才培养，以实现高质量发展。

各高等院校在计算机、信息管理、通信工程等专业，均将操作系统课程设为核心专业课程，并作为研究生选拔的专业考试科目之一。目前，高校围绕操作系统知识体系，主要设立了操作系统原理、Linux 操作系统、分布式系统、操作系统实验等多类课程^[1]。其中，操作系统原理主要围绕操作系统内核、工作原理以及计算机硬件与软件的交互等内容展开，帮助学生从原理与实践角度理解计算机操作系统的设计思想和体系结构，为学生解决计算机领域复杂工程问题及从事软件开发等工作奠定基础^[2]，对于培养学生的系

* **基金资助：** 本文得到中国石油大学（北京）克拉玛依校区软件工程与大数据专业建设项目支持

* * 通讯作者：冷艳梅 574364694@qq.com。

统思维、实践能力^[3]和创新能力意义重大^[4]。

2 操作系统原理混合教学模式改革的必要性

通过对教学过程的分析,传统操作系统原理课程存在以下三个普遍问题:

(1) 传统教学效果评估通常仅依靠作业、测验和考试等有限的结果型数据,缺乏学生学习过程的行为数据,如学习时长、参与讨论情况等,难以准确衡量学生的学习能力和综合素质,无法全面评价课程教学目标的达成效果。

(2) 传统教学模式以课堂讲授为主,学习期间的反馈过程缺失。例如,教师很难通过课堂教学及时察觉学生预备知识的不足,也难以利用课堂、课间或答疑课等少量固定时间,就疑难知识点与学生展开深入探讨,等到期末考试通过试卷发现问题时,往往为时已晚。

(3) 传统教学安排采用“理论为主,实验为辅”的形式,课程实验往往依托 Linux 操作系统,基于 C 语言编程完成进程调度、内存分配等基础算法的复现。实践内容缺乏从操作系统整体角度的考量,系统性不足,验证性实验严重限制了学生实践能力和创新素质的培养,难以满足现代技术发展对人才培养的要求。

近年来,随着互联网在教育行业的深入发展,以数字化、信息化、平台化为核心的线上线下混合式教学模式为教育领域注入了新活力^[5]。自 20 世纪 90 年代至今,陆续出现了众多在线教学系统,如 MOOC、智慧树、头歌等。线上线下混合教学模式在教育领域的推广与应用,推动了教师教学方式和学生行为的转变^[3]。线上教学平台可以发挥网络资源和信息技术跨时空共享的特点^[6],不仅能够提高教学质量,还能在高校教育资金有限的情况下降低教育门槛,实现优质教学资源的共享。通过线上教学平台,教师可上传丰富的教学资源,如教学大纲、微课录像、相关习题等,激发学生的学习兴趣。同时,教师能与学生在讨论区解答学生的疑问,依据学生的在线学习行为数据给予点赞,与学生进行良好的互动交流,及时对学生的状态进行反馈。线上教学平台为教师提供了“因材施教”的契机,保障了课堂教学的向外延伸与持续发展。

基于上述情况,对操作系统原理课程传统教学模式进行改革迫在眉睫。探索以实带虚、以虚助实、深度交互的线上线下混合教学模式^[7],增强教学的互动性与探索性,营造系统的学习氛围,拓展专业知识范围势在必行。本文依托中国石油大学(北京)克拉玛依校区的《操作系统课程》,通过将在线教学实践平台与传统课堂教学相结合,探索《操作系统原理》课程在线上线下混合教学模式下的发展路径,为学生搭

建多维学习平台,优化实践教学的互动反馈,以期提高实践课内容的系统性,改善教学现状,提升教学质量。

3 基于 OBE 的操作系统原理线上线下混合教学模式

OBE (Outcome-Based Education) 即基于学习产出的教育模式,基于 OBE 理念的课程教学重点关注学生通过课程学习后所能达成的最终学习成果,而非仅仅是教师的教学过程。对学习成果有清晰、明确、可操作性的描述。在教学过程中不仅仅局限于知识的传授,更重视学生各种能力和综合素质的发展。在教学过程中确保教学环节紧密围绕最终学习目标展开,使每一个教学活动都对学生达成学习成果具有直接的贡献。基于此,接下来部分将对基于 OBE 的操作系统原理课程的线上线下混合教学模式展开设计。

3.1 课程目标

目标 1: 培养学生的系统思维,具体包括了解操作系统的基本概念,理解其发展的主要动力,熟练掌握进程的描述、控制与通信,理解存储器管理,掌握输入输出系统管理以及文件管理。

目标 2: 培养学生的实践能力,即掌握一种常用操作系统(如 Linux)的实现原理,熟练运用其常用指令,针对实际应用问题,能够进行分析和抽象,并逐步分解,运用相应的操作系统原理加以解决。

目标 3 培养学生的创新能力,通过分析 Linux、Windows 等现有操作系统案例,使学生在理解其设计理念的基础上,提出对操作系统改进或新增特性的创意,培养创新思维。鼓励学生在实验课上设计实验任务,如在模拟环境中构建简易操作系统或实现特定功能模块,在操作系统比赛项目中提出创新的解决方案。

3.2 “混合式教学矩阵”模式

线上线下混合教学模式有别于传统课堂讲授,它以学生发展为中心。为了促进混合教学模式落地操作系统原理课程,贯通理论学习与实践操作,深化教学内容融合系统思维,提高学生学习参与度,强化过程引导而非教师引导,本文提出“混合式教学矩阵”教学设计框架,见图 1。“混合式教学矩阵”的总体设计思路更加强调线上教学环节和线下教学环节交互递进,通过教师提前设计的学习过程引导学生在每个教学阶段完成对应任务,最终达成课程目标。对学生而言,每个知识模块都包含三轮学习过程,第一轮学习基础知识,第二轮培养应用能力,第三轮沉淀实操能力。

“混合式教学矩阵”以 ADDIE 模型作为理论依据,借鉴了 ADDIE 模型的五阶段(分析、设计、开发、实

施、评估)流程。在分析阶段,课程团队明确学生的学习需求、知识背景和学习环境,确保线上线下教学环节的设计能够有效支持学生的三轮学习过程(学习基础知识、培养应用能力、沉淀实操能力)。在设计阶段,课程团队根据分析结果,制定详细的教学策略和课程结构,将线上教学与线下教学有机结合,确保每个知识模块的学习目标能够通过三轮学习过程逐步实现。在开发阶段,团队开发了丰富的线上学习资源(视频课程、在线测验)和线下教学活动(如案例分析、实操演练),支持学生在学习不同阶段的学习需求。在实施阶段,课程通过线上平台和线下课堂的交互递

进,将课堂主动权交给学生,教师则根据教学过程的实施进展进行合理的引导和反馈,帮助学生顺利完成三轮学习过程。最后,在评估阶段,课程团队通过形成性评估和总结性评估对学生学习过程进行评价,收集学生和教师的反馈,分析操作系统课程的教学效果,持续优化课程设计。

“混合式教学矩阵”为操作系统课程设计提供了新颖的设计思路,确保教学过程的每个环节都能够有效支持学生的学习目标,融合系统思维,提升学生的参与度和教学过程的引导作用,真正实现了以学生发展为中心的教学改革目标。

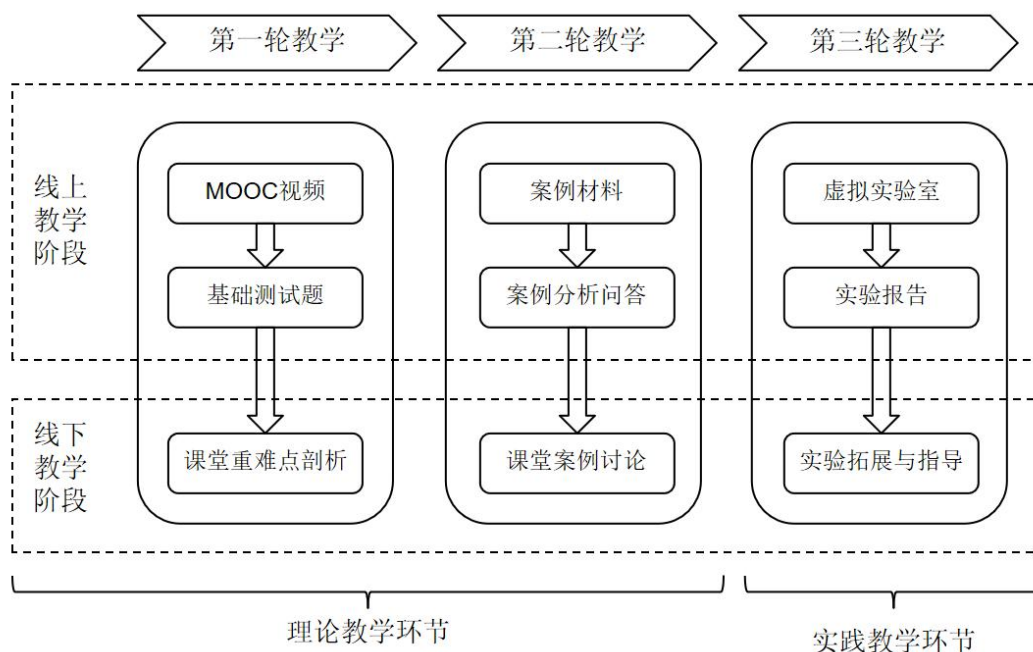


图1 《操作系统原理》课程教学过程矩阵

3.3 “混合式教学矩阵”实施

(1) 线上资源库建设

在操作系统原理课程的混合式教学矩阵中,线上资源库的使用非常重要,需对其进行全面的建设与维护。主要涵盖录制并上传教学章节的课程微视频、梳理专业词汇概念、设计课前及课后测试题、收集并上传操作系统技术的案例材料与前沿文献、补充课程思政资料、设计案例讨论题、在虚拟实验平台上设计实验内容和测试用例等。构建完备的线上资源库需要教师在课前投入较多精力,课程改革初期可根据实际情况先搭建框架,再依课程内容需求逐步填充,也可借鉴优质MOOC资源。

章节课程视频:其主要作用是导学,助力学生在课前把握课程主线、明确学习目的、了解专业概念,进而提高线下课堂学习效率与质量。本课程基于智慧树平台搜集了两组与课程内容相关的优质教学视频材

料,经引用定制化重塑后使用。引入课前测试题,并于线上课程开始前将适合的导学视频资源和课前测试分享给学生完成。

案例材料和前沿相关文献:案例材料是线下教学环节的重要支撑,有助于学生在分析中理解操作系统知识原理。例如,在讲解内存管理章节前,会将Linux操作系统内存保护和分配的核心代码与架构图通过线上平台分享给学生,并提出相关问题,引导学生带着问题阅读案例分析材料,在案例分析中沉淀学到的知识。前沿相关文献则是线下教学的补充,线上平台发布的文献均经精心挑选,既与课堂内容紧密相连,又具新颖性,可以拓展学生视野。

虚拟平台的实验:实验内容是理论知识的补充与升华,通过实验可培养学生解决复杂工程问题的能力。本课程采用国内高校广泛使用的头歌在线实践教学服务平台,课题组在该平台创建了24组不同等级的操作系统课堂实验,不同等级对应不同学习能力层次,

每组实验设 2-4 个难度递增的实验关卡。所有实验内容均以 Linux 为背景,内容涵盖进程管理、内存管理、设备管理和文件管理等实践任务。

(2) 教学过程

《操作系统原理》“混合式教学矩阵”的教学过程以 OBE 为导向,以学生为依托,强调线上线下教学环节的深度融合,注重培养学生的系统思维、实践能力和创新能力,具体如下。

系统性思维培养:《操作系统原理》教学内容包括理论教学和实践教学两部分。理论教学涉及操作系统的基本概念、原理和方法,实践教学涉及 Linux 操作系统常用指令与系统调用、进程管理、内存管理和文件管理等任务。依据教学目标的要求和教学内容的特点,对课程教学大纲进行模块化分解,将耦合度高的知识

点整合为同一模块,见图 2。通过模块化分解整合教学内容,使学生所学知识更具系统性。在混合式教学过程中,充分利用网络优质公开教学资源、技术平台及头歌实验平台的在线编程环境设计教学过程。每个教学模块均包含基础理论讲解、重难点详细指导、案例讨论分析、模块测评和上机实验等教学环节。借助“混合式教学矩阵”,学生线上自学交流互动,线下讨论汇报分析,课前自学基础知识,课中巩固疑难问题,课后上机实践加深理解,夯实理论基础。实践能力培养:本课程的虚拟实验室内容参考“Linux 操作系统”等多个优质课例,将上机实验分为验证性实验和设计性实验,结合本校教学大纲设计实验内容与要求,引导学生通过实验教学加深对理论知识的理解与吸收。实验课上,学生可利用线上实验平台环境和线下环境进行虚拟实验、模拟操作^[8],在实验过程中培养动手实操能力,以满足人才培养需求。

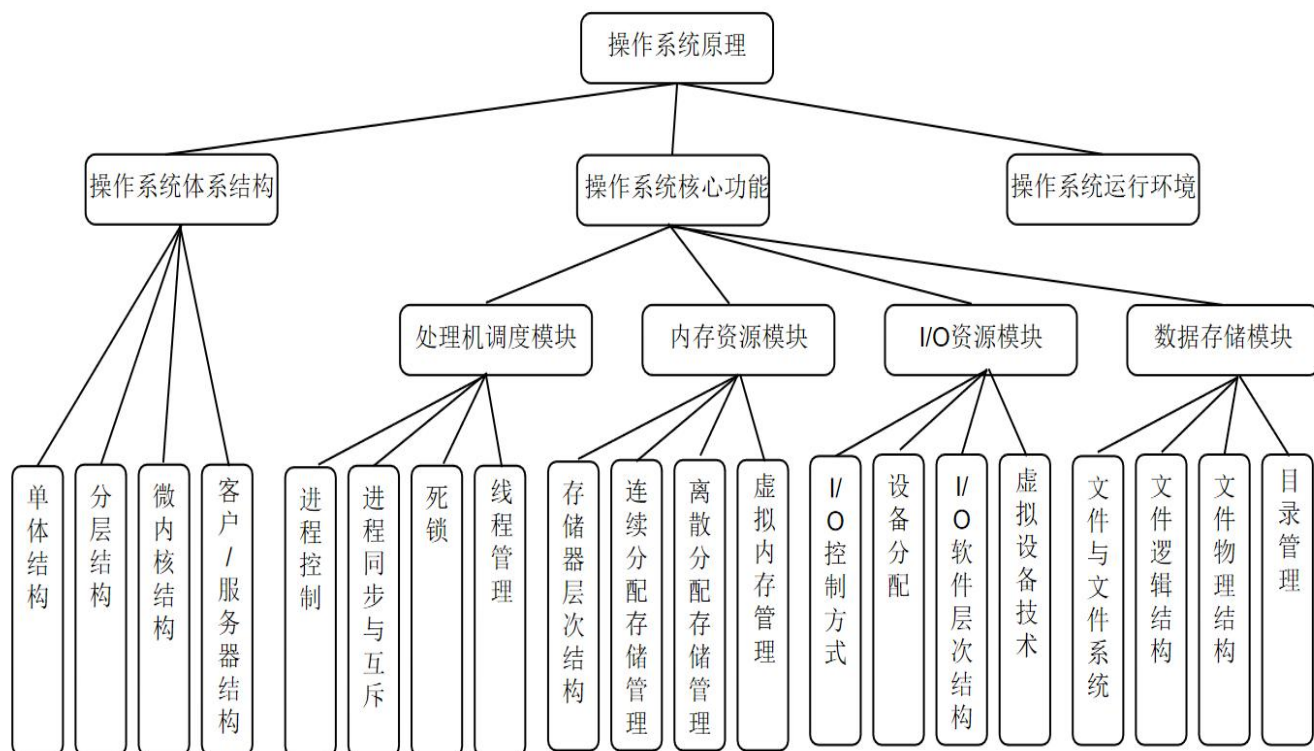


图 2 教学内容模块化设计

创新能力培养:学生线上阅读的教学案例和扩展材料不仅是教学知识的补充,更注重创新内容的融入。持续更新课程案例和前沿文献,对学生进行价值引领和思想启发。在线上实验环节,依据实验内容设置分组任务,由小组成员自主设计完成,随后课程组成员对小组完成情况进行线下验收。在分组解决问题时,不规定任务完成路线,最大程度促进学生采用新方法新思路解决问题,鼓励优秀的作品参加操作系统设计大赛,有意识地培养学生的创新能力。

4 基于 OBE 的“混合式教学矩阵”评价体系

4.1 课程目标达成度评价机制

要获得有效评价结果,做好评价设计是关键^[9]。基于 OBE 的“混合式教学矩阵”与传统教学方式不同,因此评判其实施效果需建立新的科学评价体系。本研究围绕课程目标对教师的课程设计和学生所获能力两方面进行评价,采用主客观结合的评价方式进行。新

的评价体系既纳入学生过程学习的形成性评估，又考虑实验报告等总结性评价^[10]，全面评估学生的学习效果。具体见表 1。

4.2 课程目标达成度计算方法

在课程目标达成度的计算中，形成性评价与终结性评价的比例分配对于全面评估学生的学习效果至关重要。根据布鲁姆教育目标分类法，教育目标可以分为认知、情感和动作技能三个领域，其中认知领域又分为六个层次：记忆、理解、应用、分析、综合和评价。为了更科学地设计评价体系，我们结合布鲁姆教育目标分类法，调整形成性评价与终结性评价的比例，

确保评价体系能够全面覆盖学生的知识掌握、应用能力和创新能力。

形成性评价是在教学过程中进行的评价，旨在通过持续的反馈帮助学生改进学习，为教师提供调整教学策略的依据，特别适用于评估学生的知识掌握、理解能力和应用能力。根据布鲁姆教育目标分类法，形成性评价应更多地关注低层次目标（如记忆、理解）和中层次目标（如应用、分析），因此其比例可以设定在 40%-50%之间，具体包括在线测试得分（5%）、随堂测验（5%）、案例分析报告得分（15%）和在线运行测试用例得分（15%），见图 3。

表 1 《操作系统》课程线上线下混合教学模式课程评价

	对应课程目标	课程任务设计	考核方式	评价类型
线上学习阶段	目标 1	基础理论知识学习	导学视频观看量、在线测试、期末考试	形成性评估
	目标 1	案例分析	案例讨论、提交小组案例分析报告	形成性评估
	目标 2、目标 3	实验设计与实现	在线运行测试用例得分，线下汇报评审	形成性评估
	目标 3	参加 OS 设计大赛	评比省赛和国赛后的结果	总结性评价
线下学习阶段	目标 1	理论知识的讲解与讨论	课堂参与情况、随堂测验	总结性评价
	目标 2	小组设计验收	成果展示汇报、实验报告	总结性评价
	目标 1、目标 3	期中、期末考核	期中、期末考试	总结性评价

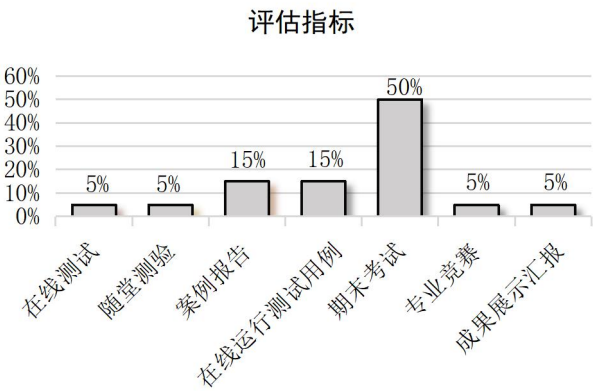


图 3 各个指标评价维度占比

终结性评价是在教学周期结束时进行的评价，旨在评估学生是否达到了课程目标。它能够全面评估学生的综合能力，特别是高层次目标（如综合、评价），通常用于评估学生的知识整合能力和创新能力。终结

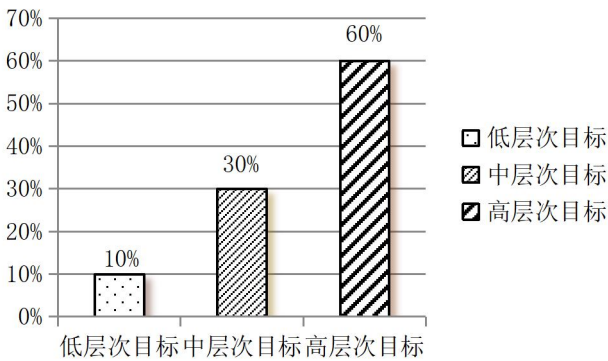


图 4 各个层次评价维度占比

性评价应更多地关注高层次目标，因此其比例可以设定在 50%-60%之间，具体包括期末考试（50%）、成果展示汇报（5%）以及评比省赛和国赛后的结果（5%），见图 3。通过调整形成性评价与终结性评价的比例，

并结合布鲁姆教育目标分类法,构建一个更加科学、全面的课程目标达成度评价体系。这种评价体系不仅能够全面覆盖布鲁姆教育目标分类法的各个层次(见图4),够有效提升学生的学习效果和课程目标的达成度。

为了更好评价课程目标达成度,本文设计了《操作系统原理》课程目标评价计算方式。公式1中, S

为课程达成度最终评价结果, x_{Ki} 为第*i*个考核项的评价结果, w_{Ki} 为第*i*个考核方式对应的权重(0~1之间,表示考核项对课程目标的重要程度), n 为所有考核项的总数。依据操作系统原理课程特点,将各课程目标达成度评价依据设定为如表2所示。

$$S_K = \sum_{i=1}^n w_{Ki} \cdot x_{Ki} \quad (K=1, 2, 3) \quad (1)$$

表2 课程目标的评价内容及计算方法

课程目标	评价依据及计算方法
目标1	在线测试得分×10%+随堂测验×10%+案例分析报告得分×30%+期末考试×50%
目标2	在线运行测试用例得分×60%+成果展示汇报×20%+实验报告得分×20%
目标3	案例分析报告分享/实验设计与实现中创新的思路×20%+评比省赛和国赛后的结果×80%

5 实践与效果

在“混合式教学矩阵”实施后,课程团队特别增加了教学反思环节,以动态调整教学设计和实施过程。教学反思环节主要包括以下几个方面:首先,教师团队定期召开教学反思会议,结合学生的反馈和评估数据,分析教学过程中存在的问题和不足。例如,如果发现学生在第二轮学习过程中(培养应用能力)表现不佳,团队会调整线下教学活动的设计,增加更多的案例分析和互动环节,以提升学生的应用能力。其次,课程团队通过在线平台的数据分析工具,实时监控学生的学习进度和参与度,及时发现学生的学习困难,并提供个性化的学习支持。例如,对于在线上学习阶段表现滞后的学生,教师可以通过在线辅导或补充学习资源,帮助他们顺利完成知识充实阶段的学习任务。

最后,课程团队在每轮学习过程结束后,组织学生进行自我反思和小组讨论,鼓励学生分享学习心得和问题,教师则根据学生的反馈,进一步优化教学内容和教学方法。通过教学反思环节的动态调整机制,“混合式教学矩阵”能够不断优化和迭代,确保教学设计与学生的学习需求保持高度一致。操作系统原理课程经过两年的“混合式教学矩阵”模式实践,共有521学生参与,在线实践平台登录次数达6280次。课程目标考核中过程性成绩贡献率从2020级的60.2%提升至2021级的75.5%,如图5所示,新教学模式下学生能更多地参与课程教学任务。与此同时,学生评教结果从2020级的92.86分提高到2021级的95.12分,如图6所示。研究说明新教学模式促进了教学质量提升,提高了学生对教学过程的评价。由此可见,在教学内容相同的情况下,采用OBE的“混合式教学矩阵”教学方式可提高课程目标达成度,让学生更充分地参与课堂,提升对课堂教学的满意度。

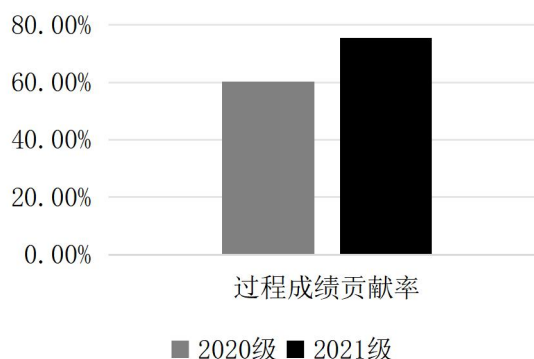


图5 过程成绩贡献率比较

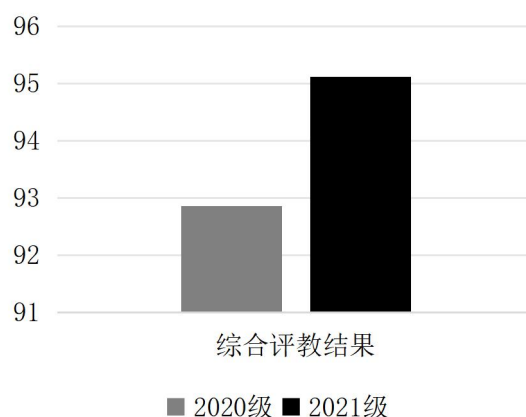


图6 综合评教结果比较

6 结束语

《操作系统原理》课程的线上线下混合教学模式改革是提高教学质量、培养学生实践能力和创新能力的重要途径。本文在教学大纲制定、教学内容深化教学方法更新、教学资源优化及教学评价维度等方面进行了设计与探索,期望通过该改革提高教学效果,激发学生的学习兴趣 and 主动性。未来,需进一步在课

程教学环节实践线上线下混合教学模式,逐步优化课程教育改革成果。

参考文献

- [1] 李静,赵志升.操作系统课程体系建设[J].教育与职业,2015,(07):82-84.
- [2] 苏曙光,沈刚,邹德清.国产化背景下操作系统创新人才培养思考与实践[J].高等工程教育研究,2022,(02):52-57.
- [3] 王婕婷,李飞江,钱宇华,彭甫谔,郭小英.新工科背景下机器学习教学改革探索与实践[J].计算机技术与教育学报,2025,13(1):125-129.
- [4] 吴淑泉.高校“Linux操作系统”课程教学研究与探索[J].教育理论与实践,2017,37(33):57-58.
- [5] 王雷,甄子琦,沃天宇,等.基于学习行为数据的操作系统教学效果量化分析[J].计算机工程与科学,2018,40(S1):63-71.
- [6] 陈宝国,陈磊,邓明.基于“学习通”平台的混合教学模式研究与实践——以操作系统课程为例[J].计算机教育,2021(02):85-88.DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2021.02.021.
- [7] 覃凤飞,李志华,孔令娜,等.种植业转型背景下草地生态与资源调查实习课程线上线下混合式教学模式探索与实践——以南京农业大学为例[J/OL].草业科学,1-16[2024-09-29].
- [8] 张宏伟,王海星,郭建锋等.基于腾讯课堂和虚拟仿真技术的嵌入式系统线上教学[J].实验技术与管理,2020,37(12):170-174.DOI:10.16791/j.cnki.sjg.2020.12.037.
- [9] 赵伟华,董黎,林菲,等.工程认证下操作系统课程实践环节的改革探索[J].实验技术与管理,2020,37(04):172-177×10%+190.DOI:10.16791/j.cnki.sjg.2020.04.037.
- [10] 汤敏丽.“互联网×10%+”环境下的《操作系统》课程教学改革探索——以凯里学院为例[J].凯里学院学报,2017,35(06):102-104.