

双一流背景下的操作系统实践课程改革研究与探索*

王金凤 孙微微 张丽霞 张猜

华南农业大学数学与信息学院
广州 510642

摘要 在双一流建设背景下,计算机类专业课程传统的实践教学模式已不能适应专业工程认证要求。为了顺应一流高校建设需求,在软件工程专业获得国家一流本科专业认定后,本研究以操作系统实践课程为例,以产出导向为引导,成立学习小组,将课堂理论知识融入到实践训练项目中;并引入华为公司的鲲鹏服务器,依托国产欧拉操作系统,采用云容器技术,助学生从云端完成课程实践活动,既锻炼了实操动手能力,又深入理解了理论知识,还对国产操作系统开展了解。

关键字 双一流,实践教学,操作系统

Study and Explore of Practical Course of Operating System in Double First-class Construction

Wang Jinfeng Sun Weiwei Zhang Lixia Zhang Cai

College of Mathematics and Informatics
South China Agricultural University,
Guangzhou 510642, China;
wangjinfeng@scau.edu.cn

Abstract—Under the background of double first-class construction, the traditional practical teaching mode of computer professional courses cannot meet the requirements of professional engineering certification. In order to coincide with the construction of first-class universities, after the software engineering major has been recognized as a national first-class undergraduate major, this study takes the operating system practice course as an example, and takes the output orientation as the guidance to establish a learning group to integrate classroom theoretical knowledge into the practical training project; The Kunpeng server of Huawei was introduced. Relying on the domestic Euler operating system and using cloud container technology, students were helped to complete the course practice activities from the cloud, which not only trained their practical ability, but also deeply understood the theoretical knowledge and the domestic operating system.

Keywords—double first-class construction, practical teaching, operating system

1 引言

2021年12月17日下午,中共中央总书记、国家主席、中央军委主席、中央全面深化改革委员会^{委员会}主任习近平主持召开中央全面深化改革委员会第二十三次会议,审议通过了《关于深入推进世界一流大学和一流学科建设的若干意见》。习近平主持会议时强调,要突出培养一流人才、服务国家战略需求、争创世界一流的导向,深化体制机制改革,统筹推进、分类建设一流大学和一流学科^[1]。双一流的建设任务之一便是坚

持立德树人,突出人才培养的核心地位,着力培养具有历史使命感和社会责任心,富有创新精神和实践能力的各类创新型、应用型、复合型优秀人才。这些能力需要在各门专业实践课程中润物无声、逐步渗透,以支撑软件工程专业一流专业的建设和发展。

专业课程教学承担着人才培养的重要任务,而课程质量直接决定人才培养的质量,而相关的实验课程是专业教学环节,通过动手编程巩固课堂教学知识、培养实际问题求解能力、构建创新思维,是培养学生工程实践能力的重要途径。因此也均应适应新形势的要求,开展变革。2019年教育部发布《关于一流本科课程建设的实施意见》,以持续深入推进教育教学改革,建设高水平金课,强调“两性一度”,即课程的高阶性、创新性与挑战度^[2-3]。

***基金资助** 本文得到以下项目支撑:(1)广东省一流本科课程建设项目-《操作系统》线上下混合式一流课(202012039);

(2)国家级一流本科专业建设项目-国家级一流本科专业建设项目-软件工程专业,教高厅函【2022】14号。

操作系统是配置在计算机硬件上的第一层软件，占据整个计算机系统核心地[4]。本文根据省级一流课程建设和改革的经验，提出了基于华为国产鲲鹏服务器上的欧拉操作系统建设课程实验云平台的思想，并基于此开展实践教学，不但让学生们有机会接触国产软件的发展水平，同时培养了学生们的爱国热情，树立软件强国科技兴国的信念。面向国家级一流专业-软件工程专业的学生，经过教学实践获得了学生了好评，取得了显著效果。并给予同类专业课程实验教学以启发式指导，提供了可借鉴的实验课程改革经验。

2 现存问题

新工科建设要求培养多元化、创新性、专业精深、具备多学科交叉知识的人才，金课建设要求课程内容的高阶性、创新性与挑战度，程序设计课程的实践教学也应符合这一要求。通过调研，学生的反馈一般是“理论简单，实验难”。原因在于，实验涉及大量的软硬件交互，一方面需要用汇编语言管理硬件，同时要用高级语言给上层应用提供支撑^[5]。当前课程的实践教学内容中存在以下问题。

(1) 实验内容过于单一，浮于表面。实验题目设计与理论课程内容不协调、不系统、彼此孤立，无法覆盖计算机操作系统的整体逻辑需求，难以培养学生对复杂工程问题的分析和理解能力，不能满足专业工程认证的要求^[6]。

(2) 公共机房设备存在局限性，数量有限，配置不高，无法满足学生对技术提升的需求。学生单机模拟实验，脱离团队协作机制，评估机制仅限于教师评定，偏于主观。因此，能够实现对计算机实验室的远程控制和管理也是势在必行^[7]。

(3) 国内部分高校使用自有硬件搭建了用于教学^[8-9]的私有云平台。南京航空航天大学目前正在搭建类似平台，同时用于教学和科研。目前，这种平台的硬件、维护成本较高，距离大规模推广需要一定时间。

针对以上问题，对操作系统课程的实验课进行改革，以适应一流专业和一流课程建设需要，提升实验教学内容的深度，结合国产操作系统平台，重新对实验题目进行设计，推进基础理论与现代操作系统的应用交叉融合，提起学生的学习热情和兴趣，加强科技兴国的信心和决心。同时，增强创新意识和实操能力，提升学生对复杂工程问题的分析与求解能力，为培养适应一流高校建设、一流学科发展的复合型创新型人才。

3 课程实验设计与实施

本次实践课程的改革探索整体路径如图 1 所示，分别从基础操作训练、国产操作系统平台架构、操作

系统重要知识点案例设计和综合实践案例设计等方面，推动一流人才培养模式的创新与实践，以适应双一流建设的进度。

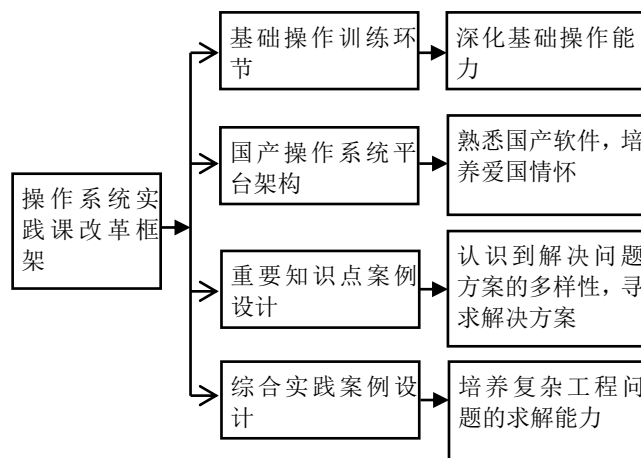


图 1 课程改革架构图

3.1 教学内容改革设计

本课程是对学生的一种全面综合训练，是与课堂听讲、自学和练习相辅相成的必不可少的一个教学环节。通常，实验所涉及到的问题比平时的习题复杂得多，也更接近实际。本课程着眼于原理与应用的结合点，使学生学会如何把书上学到的知识用于解决实际问题，培养软件工作所需要的动手能力；另一方面，实践课程能使书上的知识变“活”，起到深化理解和灵活掌握教学内容的目的^[11]。平时的练习较偏重于如何编写功能单一的“小”算法，而本课程涉及到的实验题目是软件设计的综合训练，包括问题分析、总体结构设计、用户界面设计、程序设计基本技能和技巧，多人合作，以至一整套软件工作规范的训练和科学作风的培养。此外，还有很重要的一点是：机器是比任何教师都严厉的检查者。本课程的革新之处在于采用华为鲲鹏服务器平台，基于自主研发的 OpenEuler 操作系统，完成一系列独立实验，经过此过程使学生能够清楚地了解国产操作系统的操作特点以及优势，同时深刻理解操作系统的基本原理。

课程实验题目分为三大部分：第一部分是系统操作类题目，包括欧拉操作系统的安装、用户管理、应用开发以及 Docker 容器技术的应用；第二部分则为编程设计类题目，分别对应操作系统理论知识的几大部分，包括进程的同步与互斥、页面置换算法模拟、处理器调度算法模拟、磁盘调度模拟；第三部分则是综合应用题目，包括模拟磁盘文件系统实现和简易操作系统的模拟实现。具体教学创新点和亮点如表 1 所示。

表 1 实践课程内容创新点

题目	类型	知识点	培养能力
OpenEuler操作系统安装	基本操作题	熟悉欧拉系统的安装步骤和规范	实际操作动手能力 了解国产软件培养爱国情怀
操作系统用户管理	基本操作题	掌握欧拉系统提供的用户管理和组管理命令, 以及为普通用户分配特权的方法。	实际操作动手能力 了解国产软件培养爱国情怀
基于OpenEuler操作系统的应用开发	基本操作题	能够搭建的欧拉开发环境, 以便于编程实现设计题目。	实际操作动手能力 了解国产软件培养爱国情怀
Docker技术的应用	基本操作题	实现容器技术, 完成快速打包、部署和交付	实际操作动手能力 了解国产软件培养爱国情怀
进程同步与互斥	编程实现题	掌握基本的同步与互斥算法, 掌握进程并发执行的原理, 及其所引起的同步、互斥问题的方法	使用工程和数理知识解决软件工程相关问题
页面置换算法的模拟实现及命中率对比	编程实现题	通过请求页式管理方式中页面置换算法的模拟设计, 了解虚拟存储技术的特点, 掌握请求页式存储管理中的页面置换算法。	培养通过实验寻求多种可能的解决方案的能力;
单处理器系统的进程调度	编程实现题	在OpenEuler操作系统中, 使用高级编程语言编写程序完成单处理器系统中的进程调度算法。	培养通过实验寻求多种可能的解决方案的能力;
磁盘调度算法的模拟实现及对比	编程实现题	在OpenEuler操作系统中, 通过盘调度算法的模拟设计, 了解磁盘调度的特点。	培养通过实验寻求多种可能的解决方案的能力;
模拟磁盘文件系统实现	综合设计题	了解OpenEuler操作系统中磁盘文件系统的结构、功能和实现。并可练习合作完成系统的团队精神和提高程序设计能力。	培养团队精神 提高程序设计能力
模拟操作系统实现	综合设计题	在OpenEuler操作系统中, 使用高级编程语言(如Java)来模拟操作系统的实现, 加深对操作系统工作原理理解, 进一步了解操作系统的实现方法。	培养团队精神 提高程序设计能力

3.2 课程实施模式与评价体系

在充分利用线上资源的前提下, 不脱离老师的指导主线, 发挥学生的主观能动性, 打散原有模式的依赖因素, 遵循创新性、高阶性, 形成“一线两主三评”模式, 贯穿整个实践课程授课过程。一线是指一条线上线下结合、穿插交替的教学过程: 线下指导+线上示范+线下解答+线上学习+线下点评+线上展示; 两主是指从传统的教师布置为主转变为教师和学生在线上同为主体, 相互影响相互反馈; 三评是指课程最后对

学生的考核包括老师对学生创新性评价、学生对自己作品的点评、学生之间的互评, 形成不同层次不同角度多维度对学生学习水平的考核体制。

疫情环境下, 对《操作系统》课程线上线下混合模式建设的方案展开践行和验证, 以获取相关数据和验证结果, 能够让学生们在线上线下环境中真正掌握专业知识、培养爱国情怀、提升综合素养, 技术路线如下图 2 所示。

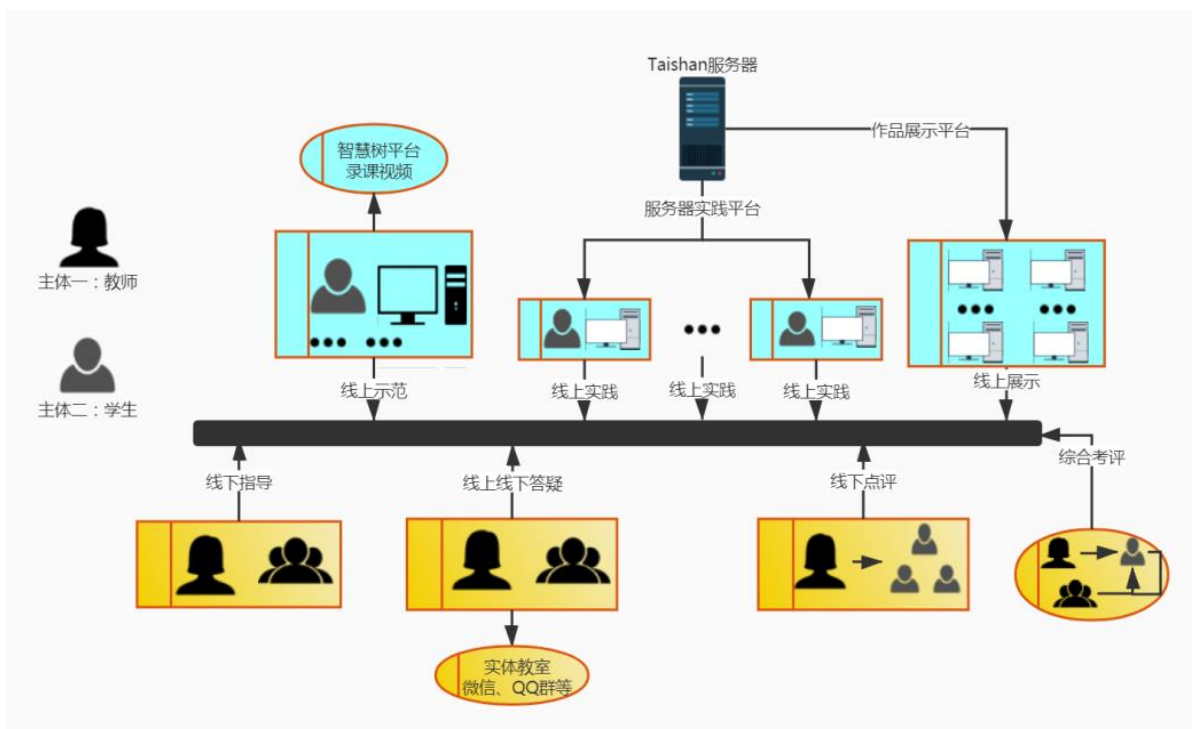


图 2 课程实践技术路线图

(1) 首先,需列出能够覆盖《操作系统》原理的各个知识点,对每个知识点的设计需要能够充分调动学生的学习兴趣和创新动力;(线上布置)

(2) 然后,学生在自行理解老师讲解的基础上,可以在线上学习课程的慕课视频,在此过程中如有疑问可在智能平台进行咨询和讨论;(线上学习)

(3) 经过第二阶段的线上学习,部分学生可能会产生相关问题,第一主体老师可通过实体小班答疑,也可借助翻转课堂等多媒体工具,展开疑难点解答,为学生提供必要的建议和支持;(线下讨论)。

(4) 实验部分,学生可进入基于云平台的个人容器学习,发挥自己的创新能力,根据学习的操作系统基本原理,展开相关的实验设计和实现;每位学生完成的题目可以配备自我介绍和自我评价标签,完成考核第一部分内容;(线上实验)

(5) 然后带有自我评价的标签可以推送给任课老师进行技术检查,同时可召开线下答辩会,让学生有机会充分展现自己的动手成果,由老师点评打分;(线下答辩)

(6) 最后,各个学生的作品在系统平台展示区公开展示,由班级同学观看学习,同时互相点评打分,最后综合三方评定输出实验成绩,作为最后总评成绩的一部分。(线上考评)

本课程采取过程作为参考、鼓励学生创新性发展,形成性评价和结果性评价相结合的学习评价方式,结

合线上教学环节中学生的考勤、观看视频时长、线上习题完成情况,完成最后线下课堂的综合考评,充分调动学生线上自主学习的热情和积极性,有利于线下教学的顺利进行。在本课程的线上线下授课模式中,线上学习部分会计入平时成绩,线下部分仍然保持原有评价模式。综合考评成绩中期末考试成绩和平时成绩各占 40%,其中平时成绩中包括线下课程的考勤、线上学习视频、线上提交作业、线上收看回放、期中小测验、实验部分等部分进行评定。另外实验部分占总评成绩的 20%,实行学生线上自评(4%)、教师线下点评(10%)和学生线上互评(6%)三部分进行考评,最终计入综合考评成绩。

4 效果与分析

操作系统课程的改革创新适合一流专业“软件工程”的建设需求,经过三年的线上线下授课模式授课,受到了学生们的一致好评,学习效果也通过期末的教评和学生成绩分析提升效果显著。

首先,由于实验内容的改进,使得学生的学习积极性大大提高,可以循序渐进的完成各项实验操作。其次,基于国产操作系统平台搭建的远程试验系统,可以让学生随时随地登录访问,完成实验题目。另外,线上线下授课模式激发了学生自主学习的动力,培养了学生解决复杂工程问题的能力。根据教育工程认证标准,对 2018 级、2019 级和 2020 级软件工程专业的学生考核结果进行评估,操作系统课程通过结合实践环节的改革创新,课程目标对毕业要求二级指标支撑

达成度分别为 0.824、0.864 和 0.865，均高于 0.800，支撑结果良好，详情如图 3 所示。

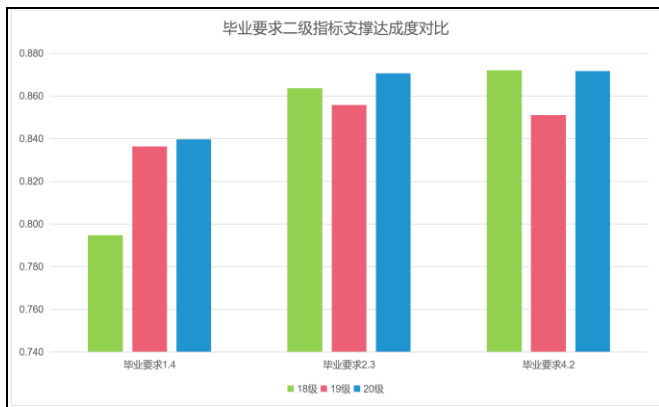


图 3 三个课程目标不同年级综合评价结果达成度对比

5 结束语

“我们的征途是星辰大海”^[4]，目前国产操作系统的研发和推广任重道远，将国产操作系统引入高等院校的教育系统更是时代必需。本课程的改革创新之处，正是引入欧拉操作系统平台，引导学生在国产软件的实践操作基础上，深入对基本原理的掌握与理解。在双一流建设的背景下，以操作系统实践课程为原点，辐射到一流专业的各门专业课程，已顺应新工科建设的大趋势，以培养能够解决复杂问题、具有创新能力的具有爱国情怀多学科交叉的新世纪人才^[12]。

参考文献

- [1] 习近平主持召开中央全面深化改革委员会第二十三次会议强调 加快建设全国统一大市场提高政府监管效能 深入推进世界一流大学和一流学科建设. 新华网. 2021-12-17[引用日期 2021-12-17]
- [2] 吴岩. 建设中国“金课”[J]. 中国大学教学, 2018(12): 4-9
- [3] 宋友, 李莹, 肖文磊. 面向大类培养的程序设计“金课”建设思考[J]. 中国大学教学, 2019(11): 61-65.
- [4] 梁森山, 朱其罡, 谢作如. 我们的征途是星辰大海——对国产操作系统进教育的思考[J]. 中国信息技术教育, 2021.
- [5] 朱小军. 基于公有云的操作系统实验平台建设方案[J]. 计算机教育, 2020(4): 4.
- [6] 秦国锋, 张冬冬, 尹学锋, 等. 将“强芯筑统”思想贯穿计算机专业人才培养过程的实践[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(7): 5.
- [7] 周飞, 李小志, 杨焕春. 计算机实验室远程控制与管理系统的设计与实现[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(7): 5.
- [8] 陈龙, 崔舒宁, 薄钧戈, 等. 高校教学资源云平台的构建与应用[J]. 计算机教育, 2019(10): 134-140.
- [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探索[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(4): 7.
- [10] 李志义. 成果导向的教学设计[J]. 中国大学教学, 2015(3): 32 - 39
- [11] 郑鲲, 周晶, 王卓峥. 基于复杂工程的创新实践情境设计与评价[J]. 高等工程教育研究, 2019(5): 170 - 174.
- [12] 全月荣, 陈江平, 姜艳霞. “新工科”背景下以智能技术为牵引重构工程实践课程体系[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(12): 33-38.