

新工科背景下融合 OBE 的《数据库系统原理》 实验环节教学改革与实践^{*}

邓芳 叶文 卢向群 梁美玉

北京邮电大学计算机学院（国家示范性软件学院）
北京 100876

摘要 《数据库系统原理》课程的实验环节包括课程同步实验和综合课程设计。本文针对新工科对培养人才的要求，融合 OBE 的方法和理念，分析了目前实验环节所存在的若干问题，从教学体系、教学内容和教学模式等方面对实验环节的改革进行了分析和探讨，并给出了具体的改革方法。目前这些改革措施正在逐步实际实践中，对部分实践的结果进行了阐述，表明措施提高了学生的学习主动性，提高了解决复杂工程问题的能力。

关键词 数据库课程；实验教学；课程设计；新工科；OBE

Research and Reform of Practice Teaching of Principles of Database Systems integrated with OBE Under the Background of New Engineering

Deng Fang Ye Wen Lu Xiangqun Liang Meiyu

School of Computer Science (National Pilot Software Engineering School), Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China

Abstract--The practice of the principles of database Systems course includes synchronous experiments and comprehensive course design. In this paper, in the face of the requirements of new engineering to cultivate talents, the methods and concepts of OBE are integrated, and some problems existing in the current practice are analyzed. The reform of the experiments is analyzed and discussed from the aspects of teaching system, teaching content and teaching mode, and the specific reform methods are given. At present, these reform measures are gradually in practice. This paper expounds the results of part of the practice of curriculum design, which shows that the measures can improve students' learning initiative and improve their ability to solve complex engineering problems.

Key words--Database courses, Practice teaching, Curriculum design, New engineering, OBE

1 引言

为应对新一轮科技革命和产业变革所面临的新机遇、新挑战而提出的“新工科理念”，为高校培养人才提出了新的方向和目标。“新工科”中强调工程教育的新理念和人才培养的新模式，强调实施卓越工程师培养，强调培养学生获得面向工程问题解决的能力。OBE (Outcomes-based Education) 是以成果导向教育为指导，以提高专业人才培养为基准，是“以学

生为中心，以学习产出成果为导向，持续改进”的教育方法。OBE 关注学生的学习后具备什么样的能力及能做什么，强调教学后的输出而不是教学过程中的输入，注重个性化教学，OBE 对工科专业学生提出了具体的毕业能力要求。

新工科理念给出了新的工程教育的目标，而 OBE 提供了一种培养的方法。将 OBE 融入到新工科背景下的工科人才的具体培养，能使得新工科的观念更好实施和落地。本文通过在数据库系统原理实验环节的改革，实践新工科背景下融合 OBE，在《数据库系统原理》实验环节的教学和学生的培养过程中，利用新理

^{*}基金资助：教育部华为产学合作协同育人项目，教育部阿里产学合作协同育人项目，北京邮电大学教改项目

念、新模式、新方法、新技术,树立创新型、综合化、全周期工程教育理念[1],培养学生对数据库相关技术及相关应用系统的创新设计、应用能力,积极探索和发掘如何将解决复杂性工程问题的能力培养融入教学内容中,提升学生解决复杂工程问题的能力。

2 实验教学环节现状及问题

《数据库系统原理》属于计算机相关专业的专业必修课,除了课堂理论教学外,目前其必要的实验教学环节一般主要包含两个,内容如下:

① 与课堂理论教学同步进行的课程实验。这基本和理论教学的内容同步,由多个小的实验组成,包括数据库的安装、建立、各类SQL语句的使用、数据库的完整性实验、数据库的安全性的实验、事务及备份恢复等。通过这些实验,使学生熟悉和熟练使用数据库,并从实践中理解数据库的相关知识;

② 数据库课程设计的实验。这是一个综合实践的环节,通过分组完成一个完整应用系统的开发。使得学生掌握数据库设计的整个流程,并在实践中理解数据库技术的相关应用。

新工科建设中面向OBE理念的《数据库系统原理》实验环节教学目标包括:针对具体的实验需求,根据科学的开发过程,选择合适的开发工具和平台,掌握实践数据库基本原理及应用系统的开发方法和步骤,对具体的课程实验需求进行分析和设计,培养具备对复杂工程问题进行分解、细化、设计及开发的能力;对业界的各种数据库产品和平台进行学习跟踪比较,进行案例学习,对业界主流产品和最新平台进行应用;培养具备不断学习和终身学习的意识及能力。

新工科建设对学生的专业能力和综合素质,特别是解决复杂工程问题的能力提出了更高要求。目前,课程的实验教学环节更多关注定位在对课堂教学内容的补充和完善上,没有深入细致地考虑如何去更好地支撑面向复杂工程问题解决能力、使用现代工具、项目管理、个人和沟通、终身学习等毕业指标点,不能更好满足新工科发展背景下计算机人才培养的需求,无法有效支撑新工科背景下的课程教学目标。具体有如下表现。

(1) 教学内容亟待更新完善

受教材内容和学时限制,数据库系统原理课堂教学和实践环节主要以传统的关系模型和关系数据库为对象,教学和实验内容上主要集中在数据处理功能的实现,注重基本功能的实现和基本语言、工具的掌握,没有注重面向工程问题解决的能力的培养。比如对数据库应用系统性能方面的考虑,对实际应用系统的设

计和实现方法等强调不够。

(2) 教学方法不能满足培养要求

目前教学方法和模式不能很好满足培养要求。体现在:

(1) 本课程学生人数众多,学生在学习能力和专业基础上必然存在差异,实验题目很多对所有学生是一样的。

(2) 在以前的实践教学,都是由任课教师制定实验内容和题目,提供实验数据,学生在老师指导下完成指定内容和题目。这种实践教学模式比较单一,学生被动地完成实验内容,不利于发挥学生的学习主动性。这些没有考虑学生的兴趣和能力,没有真正做到OBE所倡导的以学生为中心。

(3) 没有很好考虑新的技术和产品的发展

目前实验平台和工具很多采用的是传统的主流数据库产品和工具,比如SQLServer、MySQL、Oracle等。近些年云数据库技术发展迅速,国内的很多数据库产品和技术也发展起来。在实验平台和工具的选择和实践上,应该考虑到这种变化,对业界最新平台进行应用,培养具备不断学习和终身学习的意识及能力。

3 教学内容及方法改革探讨

针对上面的问题,我们对《数据库系统原理》的实验教学环节进行了教学内容和方法上的改革研究和实践。在新工科背景下,以OBE理念为指导,通过多层次多类型的课程实践环节内容设计,满足学生个性化多样化学习需求,激发学生兴趣和学习主动性,提高学生学习效果;面向复杂工程问题解决能力,改革课程设计内容,使学生通过课程实践逐步提高创新和解决问题的能力。

为此,我们从教学体系、教学内容、教学模式三个方面开展了课程实践环节的改革。具体的做法如下。

3.1 以学生为中心多类型多层次的教体系

对于课程理论教学同步实验,改变以前所有同学实验内容完全相同做相同内容的安排,每组实验由多个层次和难度不一的实验组成,分为基础型、提高型和专业型三种;实验方式也根据实验内容的不同分为验证型、设计型、研究型。例如,建库建表实验在层次上属于基础型,实验方式上属于验证型;事务隔离级别实验属于专业型层次,实验方式为研究型。学生可根据自己的实际情况灵活选择多层次、多种类型的实验,从而满足课程实践教学的多样化需求。其中每个实验内容的基础型是必做部分,提高型和专业型可

以针对自己的实际情况进行选择。在评分的时候,会参考选择类型进行评定,做了提高型和专业型的会基准有所差别。这样既可以照顾到基础比较差的同学,又能满足能力更好学生的需求,并鼓励学生有更好的动力去提高自己的能力。

在课程设计环节,也给出不同类型和不同内容的设计题目要求。除了设计和实现数据库应用系统外,增加小型 DBMS 设计和实现的题目选项,让学生可以根据自己的兴趣进行选择,更好调动学生的积极性。在进行数据库应用系统设计时,引导设计面向电信、电商领域海量数据处理的数据库课程内容,同时鼓励基础好、学习能力强的学生结合自身的科研实践经历,面向其它应用领域,自主设计完成课程内容。

3.2 提高学生复杂工程问题解决能力

在教学方面,根据数据库应用系统全生命周期模型组织设计教学内容,增加面向复杂工程问题解决能力的知识点。除教材所规定的基础型教学模块外,增加数据库物理(索引、文件等)设计与优化、SQL 语句优化、数据库事务及应用设计与优化、NoSQL 数据库、列存储、非结构化/半结构化数据模型等知识点,作为补充型教学模块,以完善与数据库应用系统处理性能密切相关的教学内容。采用电信、电商等领域的大规模实际数据,面向 OLTP 研究设计多组实验,涵盖数据库设计、数据查询与优化、事务管理等知识点。要求学生在实验过程中重点关注 SQL 语句优化、数据库物理设计、事务设计与控制等内容。



图1 利用华为云数据库平台展开实验

② 针对学生提供了不同层次和难度的实验要求;并结合学校特色,采用电信大规模实际数据,将企业实际项目的数据及数据处理要求作为学生实验内容,提升学生在实验中获取处理实际问题的能力。

在课程设计实践环节,增加了两方面的内容可供学生选择,一是研究设计面向海量数据并发处理的分布式数据库应用(原型)系统设计开发的实验内容,应用领域为电信、电商领域。要求学生按照软件工程和数据库应用系统开发规范,组队完成课程设计内容,

初步了解、掌握分布式数据库系统架构、分库分表、读写分离、负载均衡、并发处理、列数据和非结构化数据存储等关键技术。学生在完成设计题目的基础上,提高学生复杂工程问题解决能力。

在课程设计实践环节,另外一方面增加的内容就是小型 DBMS 的开发。小型 DBMS 的开发能帮助学生更好理解 DBMS 的工作机制、原理和实现策略,一来可以提高学生系统的创新和研发能力,二来为将来更好研发自主的 DBMS 平台做好储备。



图2 在阿里云上部署实验内容

3.3 引入业界新的工具和实验平台

在课程同步实验环节,引入国内业界新的工具和实验平台,以华为 GaussDB 和阿里云数据库平台作为核心平台。在面向计算机专业学生安排课程设计时,学生也可选择 GaussDB 或阿里数据库平台作为背后数据库实现平台,或模拟其 DBMS 的实现策略,做到理论与实践相结合。也通过引入我国自己的 DBMS 平台的教学,让学生能更好了解和熟悉我们自己数据库的发展及产品的使用。

4 教学实践

4.1 课程同步实验教学实践

在课程同步实验中，我们主要完成了如下改革：

① 和华为、阿里等企业进行了合作，展开多项协同育人项目，以华为、阿里的云数据库平台作为实验的工具开展了课程同步实验的教学实践，如图 1，图 2 所示。

4.2 课程设计教学实践

目前完成了一次数据库系统原理课程设计的教学改革实践。以前我们是结合行业背景指定实践题目，比如完成电信业务综合管理系统的开发。在这次改革实践中，没有指定特定题目，只是给出了两类题目：

① 数据库应用系统的开发：学生组根据自己组的特定，自己选择特定的应用系统的开发，给出需求分析，在经审核通过后完成后续具体的开发。鼓励学生可以根据周围实际需求选择课设题目，并加以实现和实施；

② 小型 DBMS 的开发：完成一个小型 DBMS 核心

功能的开发，包括存储管理，核心 SQL 语句的解析和执行等。

参加课程设计的学生共计 69 人，每个小组 3-5 人，共计 16 组。其中选择应用系统开发的 12 组，DBMS 开发的 4 组。应用系统开发中，每个组自定了不同的题目，包括社区信息管理、论坛管理、商城管理、游戏平台等等。

其中完成社区信息管理的是在疫情期间根据某社区具体需求结合课程设计要求，为小区完成了一个社区网格化居民信息管理系统，并实际上线使用，如图 3。开发 DBMS 的有小组选择参考了斯坦福大学 cs346 RedBase 的设计方案，并在此基础上完成了开发。

学生通过这次课程实践，不仅巩固了理论课的数据库原理，还能根据自己的兴趣和能力进行题目的选择和确定，以学生为中心的教学模式，学生更有动力和兴趣来进行实践内容，并通过选择确定的过程更好地提高了学生分析和解决问题的能力。而针对实际需求完成实际系统开发的过程中，还大大提高了学生解决复杂工程问题的能力，符合新工科背景下卓越工程师的培养目标。



图 3 社区网格化居民信息管理系统并上线运行

5 结束语

《数据库系统原理》课程实验环节对学生数据库技术的学习和掌握至关重要。我们从新工科提出的新的要求出发,从教学体系、教学内容、教学模式等方面,对课程同步实验和课程设计实践的改革进行了探讨,在后续的教学实践中,我们将对已经进行的改革实践进行总结,并持续改进,践行 OBE 理念的培养模式,达到新工科培养目标。

参考文献

- [1] 教育部,工业和信息化部,关于加快建设发展新工科实施卓越工程师教育培养计划 2.0 的意见[EB/OL], http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_742/s3860/201810/t20181017_351890.html
- [2] 蒋宗礼. 新工科建设背景下的计算机类专业改革. 中国大学教学, 2017. 8:34-39
- [3] 杜红乐,张燕,基于 OBE 理念的“数据库开发与应用”课程教学改革,微型电脑应用, 2020. 3: 35-37, 44
- [4] 何小卫,叶荣华,基于多层次实验进阶的数据库课程教学,计算机教育, 2019 (5), 54-56
- [5] 王静,新工科背景下高校教师教学思路的转变,教育教学论坛, 2018 (47), 21-24
- [6] 李月军,新工科背景下数据库系统课程实验教学的改革与探索,计算机教育, 2019 (6), 58-61