

工程教育认证背景下《NoSQL数据库技术》 课程教学改革探索*

董晓丽 李华玲 李玉蓉

中北大学软件学院, 太原 030051

摘要 针对 NoSQL 数据库技术课程教学中存在问题, 以工程教育认证思想为指导, 从教学内容、教学活动、教学过程、课程考核方式等方面进行了教学改革探索与实践, 研究表明, 学生的学习兴趣得到较大提高, 自主学习能力和工程实践能力有明显提升, 对软件工程专业相关课程改革有一定参考价值。

关键字 NoSQL 数据库, 工程教育认证, 教学改革

Exploration on Teaching Reform of "NoSQL Database Technology" Course under the Background of Engineering Education Accreditation

Dong Xiaoli Li Hualing Li Yurong

School of Software
North University of China,
Taiyuan 030051, China;
dongxiaoli@nuc.edu.cn

Abstract—In view of the problems existing in the teaching of NoSQL database technology course, guided by the idea of engineering education certification, the teaching reform exploration and practice are carried out from the aspects of teaching content, teaching activities, teaching process and course assessment methods. The results show that students' interest in learning has been greatly improved, and their autonomous learning ability and engineering practice ability have been significantly improved. It has some reference value for the reform of relevant courses of software engineering.

Keywords—NoSQL database, engineering education certification, teaching reform

1 引言

2016年6月,我国成为工程教育学位互认协议《华盛顿协议》的正式会员,对推动我国工程教育改革,保障工程教育质量的不断提升具有重要意义。工程教育专业认证“以学生为中心,产出为导向,持续改进”三大核心理念,更关注学生学了什么、学得如何;从社会和用人单位需求确定毕业生要求达到的培养目标,反推毕业要求,进而设置专业课程体系,最后落实到每门课的课程目标、教学设计等环节;基于达成度等评价结果来改进培养方案、培养过程及课程教学,督促教师提升质量意识。《华盛顿协议》对毕业生提出的12条毕业要求中,有8条涉及到要针对“复杂工程问题”的解决及其能力的培养问题,即更加关注学生对于复杂工程问题的解决能力,同时也重视沟通能力、

团队合作、工程伦理以及社会责任感等方面的素质素养的培养^[1]。课程是人才培养过程的核心环节,课程教学应在工程教育专业认证思想的指导下,以学生为中心,将教学目标聚焦于学生毕业之后所应该具备的能力,教学活动围绕学生能力培养而开展,从而提高工程人才培养质量^[2]。

NoSQL 数据库技术主要研究最新一代的数据存储技术,属于非关系型数据存储模式,随着互联网技术的发展,传统关系型数据库无法满足海量数据存储和大规模并发访问处理问题, NoSQL 数据库技术应运而生,主要分为键值存储、列存储、文档存储、图存储及其他存储方式,它们的存储原理和机制各不相同,各自有其擅长的应用领域,例如当数据对象之间的关系复杂时,尽管可用关系存储模式存储数据并实现数据管理操作,但图数据库更适合处理网状数据,像社交网络、物联网跟踪领域,能将代表图形的数据作为一个直接图形存储为一个对象模型,建模简单,对于

* 基金资助: 山西省教育厅 2022 教育教学改革创新项目 (J20220632)。

网状数据操作效率优于关系模型。目前, NoSQL 数据库技术在企业级应用越来越广泛, 课程要求学生能够利用非关系型数据库解决专业领域中的问题, 本课程对培养学生工程实践能力及学科素养非常重要。为提高课程教学质量, 在工程教育专业认证背景下, 对课程教学模式进行探索与实践。

2 课程建设中遇到的问题

中北大学软件学院从 2017 年开始, 面向软件工程专业云计算与大数据分析方向大三学生开设 NoSQL 数据库技术课程, 在最早版培养方案中, 学时数共 40 学时, 其中理论 28 学时, 实验 12 学时, 有三届学生按此版教学大纲实施授课, 后续培养方案中, 课程总学时没有变化, 课内实验学时由 12 学时调整为 24 学时, 加大学生实践动手能力的培养环节, 对课程知识模块体系进行了进一步的优化, 但课程建设中存在如下问题:

(1) NoSQL 课程不同于大二阶段学生学习的数据数据库原理课程, 关系型数据库遵循 SQL 标准, 学会某一种关系数据库管理系统, 很容易实现知识迁移, 而 NoSQL 数据库没有统一标准, 分为键值、文档、列族、图和其他模式数据库, 每种数据库存储模式都不同, 课程内容多, 学时少, 教师很难在课堂有限的学时内把多种数据库的存储原理以及管理技术让学生全部掌握^[3]。

(2) NoSQL 是近几年才开设的课程, 教师知识结构和数据库新知识、新技术知识结构脱节, 缺乏既懂理论, 又具有项目实战经验的教师, 由于数据库新技术项目开发经验不足使得教师在实施教学过程中存在困难, 不利于学生解决复杂工程问题能力的培养。

(3) 采取作业、实验、测试、期末测试等多样化

的考核方式, 但考核重点停留在基础知识点的掌握上, 没有对考核知识点进行分层, 体现课程特点的高阶、自主创新性的开放式题目较少, 不利于学生主观能动性的发挥, 导致学生专业课学习兴趣不高。

3 课程教学改革探索

3.1 确定课程学习目标

以工程教育专业认证思想为指导, 反向设计, 正向实施, 从行业需求开始分析, 确定专业培养目标, 由培养目标确定学生的毕业要求, 根据学生的毕业要求确立课程学习目标, 最终确定学生通过本门课程的学习, 达到如下目标:

知识目标 1: 能够掌握 NoSQL 的基本概念、特点, CAP 定理、ACID 特性与 BASE 原则, TRDB 与 NoSQL 软硬件技术区别, 四种类型非关系型数据存储实现及特点, NoSQL 数据库产品技术特征等知识。(支撑毕业要求: 工程知识)

能力目标 2: 能够针对实际工程问题需求, 运用非关系型数据存储知识, 分析并建立对应的存储模型, 能够对不同的数据存储方案进行分析和比较;(支撑毕业要求: 问题分析)

能力目标 3: 能够针对特定业务领域需求, 综合运用所学知识, 使用非关系型数据库存储技术实现对数据的存储、管理和维护, 具有企业级开发应用中选用不同数据存储方式进行软件开发的能力;(支撑毕业要求: 设计/开发解决方案)

素质目标 4: 具有自主学习和终身学习能力, 伴随大数据时代对数据存取能力的发展变化需求, 具有不断学习和运用数据库新知识、新技术的能力。(支持毕业条件: 自主学习)



图 1 课程知识模块结构

3.2 重组课程知识模块

明确课程目标后, 突出以学生为中心, 根据课程学习目标重新构建知识体系, 知识模块内容的选取关注理论与应用、理论与实践相结合, 为了拓展课程内

容的广度和深度, 学习内容不拘泥于教材, 将 NoSQL 热门的数据库产品软件技术内容引入到课程学习中, 融合经典应用案例, 知识模块之间的衔接注重横向关联和纵向延伸, 并确定课外自主学习内容和课堂学习内容。课程知识模块如图 1 所示。

本课程知识模块分为 NoSQL 基础和实践两大部分,基础部分内容首先让学生了解 NoSQL 产生及发展历程,通过列举一些使用场景在互联网大数据环境下的例子,从本质上明白什么是 NoSQL,熟悉新的数据库分类,从全新的角度了解新的数据库技术范围;然后引导学生从硬件和软件两个角度对 TRDB 与 NoSQL 进行技术比较,掌握其基本特征使学生在遇到数据存储问题时能更好地选择技术解决方案;最后介绍 NoSQL 的数据存储模式,包括键值、文档、列族、图数据库存储的基本要素、存储特点及应用实例,各类 NoSQL 数据库产品的特点比较,在实际项目应用中面临选用某一款数据库产品之前,先了解它的特点,能明白它的优势和劣势,这样才可以针对性、有效地解决具体问题。实践部分选择目前数据库产品排行靠前的文档数据库(MongoDB)和图数据库(Neo4j),借助应用案例重点讲解两种数据库管理操作的使用,同时引导学生具备代码实战水平,掌握使用文档存储和图存储模式进行工程项目数据管理的实践应用能力。

数据存储技术在不断地进步和更新,课堂所学知识无法满足学生学习新知识、新技术的要求,将学生学习环境从封闭式课堂向开放式课堂转变,对于键值数据库与列族数据库,课程理论部分已对其基础知识进行了解,经过前期知识铺垫,接下来关于键值和列族数据库管理技术的学习路径与文档存储、图存储大致相同,由于课堂时数有限,列入学生课外自主学习清单,借助课外学习资源进行深入学习来进一步拓展知识结构,使学生从被动地被灌输知识,转变为积极主动地探究知识,培养学生自主学习能力。

3.3 搭建课程教学资源

为保持学生学习新技术内容的时代性和前瞻性,引入中国 MOOC 平台、SPOC 平台与本课程相关的学习资源。教师根据课程目标对资源进行筛选、重组,分配到课程知识体系结构相应的学习单元中,按教学进程安排学生学习任务。可以解决教师知识结构和数据库新知识、新技术知识结构脱节问题;同时拓展了学生知识学习的广度与深度。

企业项目引入实践学习课堂,通过校企合作,让学生接触实际应用项目,一方面了解专业课程要解决的问题和自己学习本课程所要达到的程度,“以产出为导向”让学生自身体会专业学习的重要性,激发学生专业课学习兴趣与热情。另一方面,企业具有项目工程经验的技术人员作为课内实践项目导师,弥补校内教师实战经验的不足。

学生通平台搭建试题库,针对每一章知识点构建

分级题库,检验学生学习效果,题目的选择包括具有标准答案的题目和开放式的题目,标准答案的题目考核学生对知识点的掌握,而开放式题目没有标准答案,例如要求学生将某购物网站网页中介绍商品的信息至少采用两种存储设计方案,验证并分析方案优劣,学生需在课外查阅相关资料,进行深度学习,锻炼和培养学生利用内化知识去解决问题的能力素质,实现知识认知层次的提高:从记忆、理解向应用、分析、创造方向发展。

3.4 组织课程教学活动

课程采用“线上与线下,课内与课外”混合式教学,促进学生的学习行为由被动变主动。混合式教学活动组织如图 2 所示。

课前:大三学生已经有一定的自学能力,对于浅层知识或学生容易看懂的知识内容,教师课前发布学习任务清单以及学习资料,例如 Neo4j 数据库的环境配置、基本操作(在 Neo4j 中练习创建节点和关系操作(包括案例-命令-执行结果))等内容录制视频,撰写配套文档,课前推送给学生,QQ 答疑,学习完成后,测试方式检验学习效果,作为学习评价指标之一。课前学生自主学习,较好地解决了课程内容多学时少的问题,学生获取知识的同时培养自主学习能力。

课中:对课前自主学习内容进行讨论,反思总结学习过程中遇到的问题及解决方案。课堂新知识按内容特点采用不同的教学方法,例如讲解图存储模式知识单元中引入问题引导法,首先通过案例将 MySQL 与 Neo4j 数据库进行性能优劣比较,引发学生对“为什么选择图存储方案,图存储方案的应用场景,如何对图形数据结构建模”等问题展开思考,积极探究问题解决方案,促进学生今后能够从应用需求、工程实践中提炼问题,提高识别问题、分析问题和解决问题的能力。对于 NoSQL 实践部分,教师在课堂边操作演示边讲解,能够让学生对应用实践有直观的认识,体会掌握基础操作的重要性。

课后:学生完成作业、测试、课程拓展知识自主学习。其中包括开放式作业,教师设计有挑战性的题目,例如在完成 Neo4j 图数据库知识单元学习后,要求使用图存储模式进行个性化推荐系统存储方案设计,并实现系统开发,让学生自己去做,在做中学,最后展示学习成果。测试采取上机操作方式,锻炼学生实践动手能力。课后安排学生开展课程拓展知识的自主学习,是对课堂所学知识的深度学习,提高知识层次,逐步培养学生解决复杂工程问题的能力。教师线上、线下辅导答疑。

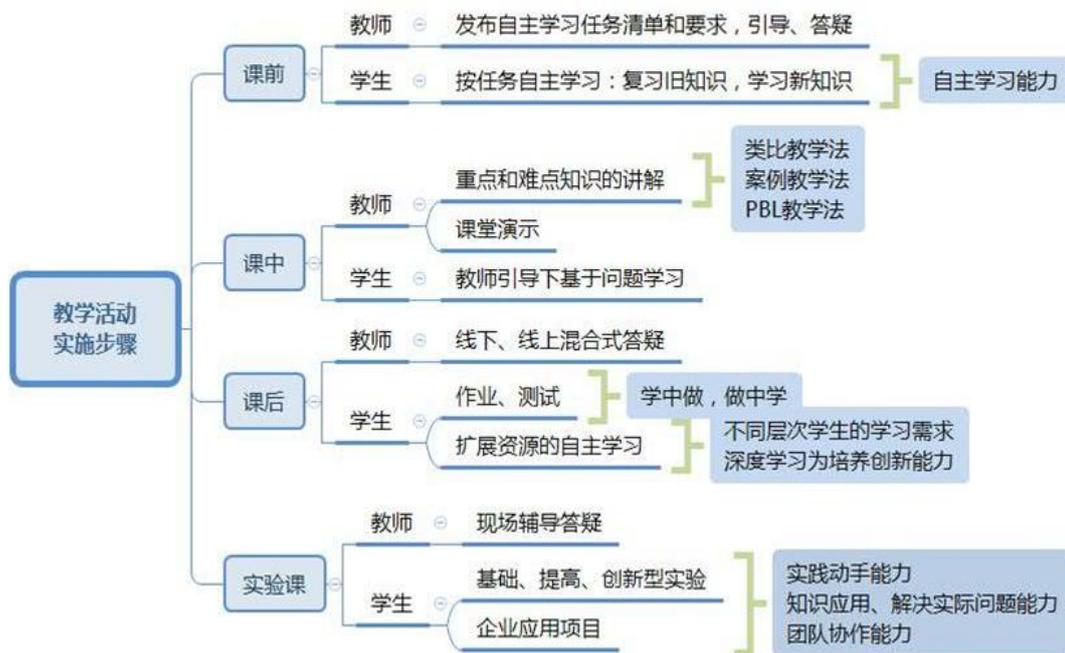


图 2 教学活动实施



图 3 图数据存储知识模块教学流程

实验课：课内实验使用章鱼大数据教学实验实训平台，将实验项目分基础型实验、提高型实验、自主创新型实验项目，例如 MongoDB 数据库基础型实验包

括文档基本操作；提高型实验包括 Java 访问 MongoDB 数据库编程技术；创新型实验包括基于文档数据库的购物网站系统设计与开发。实验实施包括个人任务和

小组协作任务,培养学生实践动手操作能力、团队合作能力、知识应用和解决问题的能力。实验课堂引入企业实际应用项目,让学生体会实际工程项目需要多

门学科知识,培养学生的工程意识,综合应用所学知识解决实际问题的能力。

表 1 图数据存储知识模块PBL教学设计

课程阶段	课程子目标	认知层次	问题
课程导入	了解本节课学习知识能够要解决的问题和达到的程度。		(1) 为了控制疫情,要对密切接触者行动轨迹进行追踪,该问题如何解决?
课堂新知识	能够对MySQL与Neo4j查询性能优劣进行比较。	低阶	(1) MySQL如何找到一个用户的所有朋友(所有朋友的数量)? (2) 如何找到一个用户的朋友的朋友的所有朋友? (3) 如何实现一个四层关系的循环? (4) MySQL与Neo4j查询性能低的原因?
	1) 能够对图形数据结构建模; 2) 能够使用Cypher语言操作图形数据。	中阶	(1) 为什么要在Neo4j中为数据建模? (2) 如何为电影爱好者社交网络图形结构数据建模?以电影爱好者社交网络图形为例提出问题: (3) 在Neo4j中如何创建用户结点和关系? (4) 在Neo4j中如何创建多个用户结点和关系? (5) 查询某个用户看过的所有电影? (6) 查询用户的朋友看过的所有电影? (7) 简单推荐系统:查询John的朋友喜欢而John还没有看过的电影?
知识拓展阶段	能够综合运用所学知识解决实际问题。	高阶	(1) 食谱推荐系统为案例,如何实现个性化推荐?

3.5 实施教学过程

课程重要知识模块采用“课前知识回顾-引入案例情境-确立目标-课堂新知识(案例分析、问题讨论)-拓展延伸-总结反思”模式组织课堂教学,学生学习图数据存储知识模块的课堂教学流程如图3所示。课堂在问题导入环节,融合专业育人与思政育人,引导学生树立正确的价值观。

以学习成果为导向,培养学生分析、设计、编程和创造性思维能力为目标,让学生从每个学习任务中,能从分析需求、分解问题、知识引入到实际项目开发的综合应用^[4]。为此,学习内容按照PBL(Problem-Based-Learning)模式,从学生要解决的问题出发设计教学案例,教学围绕问题展开,用问题引导学生学习,PBL教学设计案例如表1所示,按照认知层次将知识单元的教学目标分为低阶、中阶和高阶,引导学生在学习过程中逐步提升解决工程问题的能力。

3.6 改革课程考核手段

过程考核是工程教育专业认证的特点之一,传统的期末一次性考核方式不能适应OBE理念的培养模式,检查、跟踪学生阶段性学习成果与学习状态,梳理问题与成因,在接下来的教学过程中有针对性的调整、改进,以更好地达到课程教学目标。根据课程目标确定考核方式,将学习效果导向评价贯穿于教学全过程,通过各个过程性考核环节,包括平时作业、阶段测试等,以学习成果为导向作为阶段性激励机制来调动学

生学习积极性;结果性考核以项目开发、项目答辩作为考核方式,侧重考核评价学生解决复杂工程问题的能力^[5-7]。本课程采用过程性考核和结果性考核方式来评价学生学习效果达成度。考核方式与课程目标对应关系课详见表2。

表 2 课程考核评价体系

考核方式	课程目标	权重占比(%)
作业 (线上、线下)	课程目标 1, 2, 4	40
实验	课程目标 3, 4	
测试	课程目标 3	
期末考试	课程目标 1, 2, 3	60

课程总评成绩包括平时成绩(40%)和期末考试(60%)。平时成绩由作业(权值0.5),实验(权值0.3),测试(权值0.2)三部分组成。作业新增开放式题型,也涉及到自主学习的内容,重点考核学生自主学习能力、应用能力、创新能力。实验包括4个基础型实验,2个提高型实验和1个大型综合实验,其中基础型和提高型实验环境采用章鱼大数据教学实验实训平台,全部实验过程跟踪,可以观测学生编写操作命令过程以及实验操作时长;大型综合实验占实验总成绩的40%,考核学生自主学习能力、沟通能力、团队协作能力、综合运用多学科知识解决实际问题的能力。测试考核在实验室进行上机操作,要求学生在规定的时间内完成题目给定的任务,对学生具有一定的

挑战性，为了在测试中取得理想的成绩，学生会注重平时的实践环节。

4 课程达成度分析

随机抽取 2020 级和 2021 级两个班级课程目标达成度进行比较，如图 4。21 级学生采用改进的教学模式，课程子目标达成度均较上一届有所提高。

2021 级班共 107 人，“NoSQL 数据库技术”课程 4 个课程子目标达成度分别为 0.78, 0.65, 0.75, 0.70，满足达成度 0.6，故所有课程子目标均已达成。将每个学生的成绩换算成相应的达成度值如图 5 所示，图中横坐标为学生序号，纵坐标为达成度值，可以进一步分析学生个体课程目标达成度与课程目标达成度平均值之间的关系，为接下来调整教学策略提高课程目标达成度提供参考。

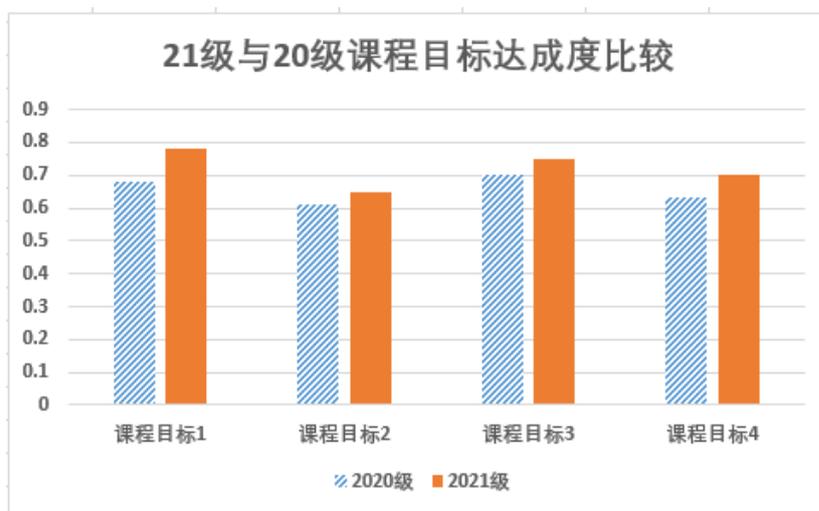


图 4 课程目标达成度比较

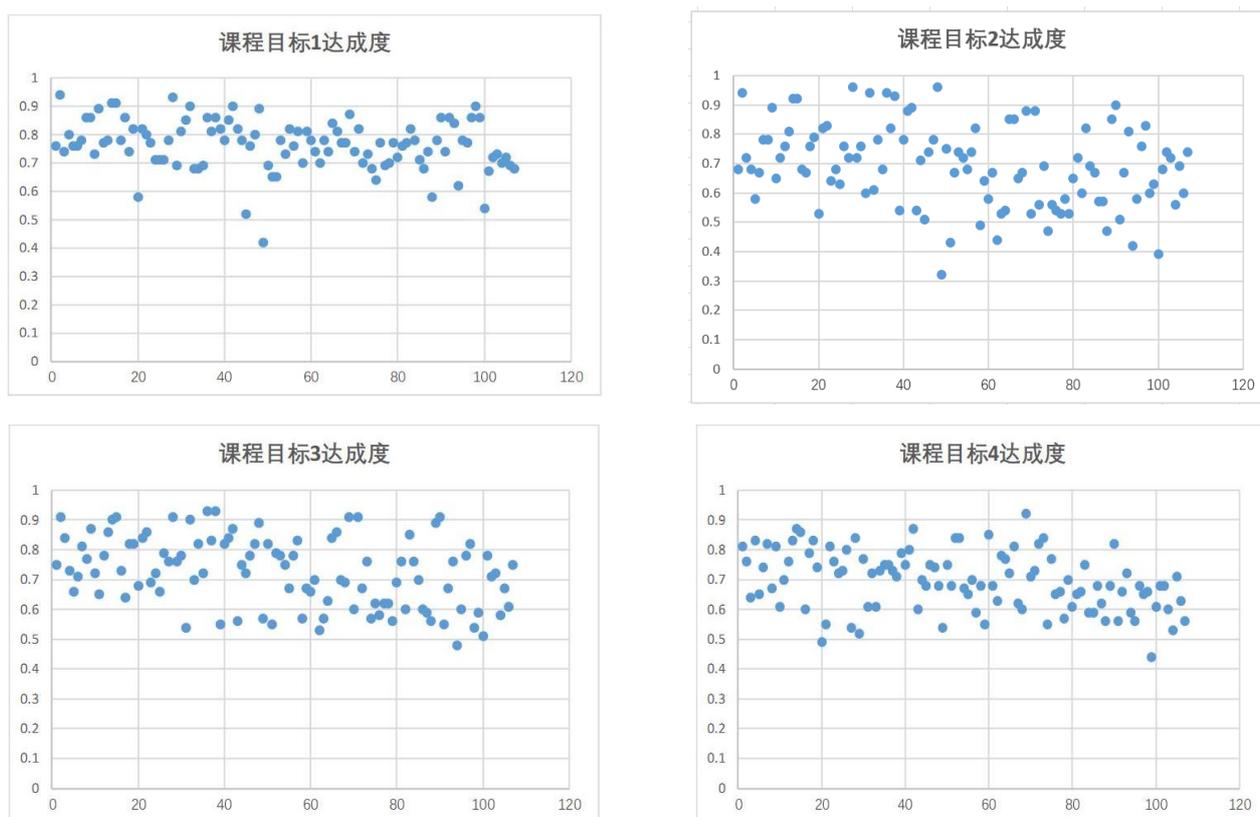


图 5 课程子目标达成度

从图可知,在4个课程目标达成度中,课程目标1,3,4达成度较好,大部分学生个体达成度值均高于0.6,其中课程目标1侧重考查学生工程知识掌握情况的达成度,考核方式包括平时作业与期末测试,考核范围属于NoSQL数据库技术的基础内容,有少于5%的学生低于0.6。

课程目标2侧重考核学生问题分析能力的达成情况,考核方式包括平时作业和期末考试,达成度相对较低,低于达成度平均值0.65的学生人数接近三分之一,课程目标1和课程目标2的达成度反映了学生对基础知识能够理解,但针对实际问题,结合所学知识进行分析能力薄弱。

课程目标3侧重考核学生设计开发能力的达成情况,考核方式包括过程性考核和结果性考核,该课程目标反映学生应用课程所学知识进行系统设计与开发系统能力,达成度较上一届有所提高,平均达成度值为0.75,得益于平时学习环节注重培养学生实践能力,新增上机操作测试、项目实践和项目答辩环节。

课程目标4侧重考查学生自主学习能力达成情况,考核方式包括平时作业和实验,反映学生课下探究新知识、新技术能力,平均达成度值为0.70,通过课前预习,课后的开放式作业引导学生积极主动学习,提高自主学习能力、分析问题、解决问题的能力。

在平常的教学实践中,以工程教育专业认证三大核心理念为指导,根据课程目标确定考核方式,以学生为中心,产出为导向,将学生学习效果评价贯穿整个教学过程,从而促进软件工程人才培养质量的提高,并对今后的教学形成积极的反馈作用。

5 结束语

以工程教育专业认证基本思想为指导,NoSQL数据库技术的课程教学改革围绕学生能力培养为目标,

在课前、课中、课后引导学生主动参与学习过程,逐步提升学生知识、能力和素养水平,通过多元化考核评价方式,实现对学生学习过程和学习效果多维度评价,为下一步课程教学持续改进提供积极反馈。针对课程目标达成度分析所暴露的问题,今后将重点解决以下方面:丰富课程教学案例,通过课堂引导学生学习及课后进一步拓展训练,促进学生在项目实践中积极思考,培养学生项目分析、设计能力;建立系统的实践教学体系,设计递进、迭代式实验项目,逐步提高学生解决复杂工程问题的软件开发能力;合理安排课内、课外学习比例,分层设置课后作业题目的难度,激发学生专业课学习兴趣;继续完善考核评价体系,包括学生知识、能力、素质等多方面的评价,提升课程目标的达成度。

参考文献

- [1] 李广水,罗扬,黄艳等.工程教育专业认证的内涵规范及其在我国实践的研究综述[J].工业和信息化教育.2022(2):1-10
- [2] 张男星,张炼,王新风等.OBE:起源、核心与实践边界:兼议专业教育的范式转变[J].高等工程教育研究,2020(3):109-115
- [3] 袁燕妮,吴斌,王柏.新工科背景下NoSQL数据库技术课程建设探索与实践[J].软件导刊.2022,21(7):21-26
- [4] 刘倍熊,曾德生,张毅.基于OBE模式数据可视化技术课程教学改革与实践[J].计算机教育.2022(1):97-101
- [5] 邢艳丽,申华,芮文璐.基于成果导向的C++程序设计课程培养目标达成度评价方法探索[J].计算机教育.2023(4):198-203
- [6] 姜大伟,刘立敏,孙才英.基于OBE理念的课程目标达成评价方法[J].黑龙江教育:高教研究与评估,2018(10):3
- [7] 王丽杰,戴波.成果导向的离散数学线上线下混合式课程建设[J].计算机科学与技术.2022,10(5):67-70