

“Hadoop 系统应用”智慧课程建设实践研究*

周华涛 * * 陈红 侯璇

武汉东湖学院计算机科学学院, 武汉 430212

摘 要 随着大数据技术的快速发展, 高校大数据专业课程建设面临新的挑战与机遇。针对传统教学中存在的以教师为中心、实验环境受限、评价方式单一等问题, 本文以“Hadoop 系统应用”课程为例, 探索智慧课程建设的实践路径。研究采用 OBE 教育理念, 构建线上线下混合式教学模式和应用人工智能技术智慧教学, 通过实验环境创新、授课模式改革、考核方式优化等措施, 实现了从以教师为中心向以学生为中心的转变。实践表明, 该课程建设有效提升了学生的实践动手能力和问题解决能力, 学生评教结果优秀, 课程改革成效显著, 为同类课程建设提供了可借鉴的经验。

关键字 Hadoop 系统应用, 智慧课程, 混合式教学, OBE 理念, 过程性评价

Research on the Construction Practice of the “Hadoop System Application” Smart Course *

Huatao Zhou, Hong Chen, Xuan Hou

School of Computer Science, Wuhan Donghu University,
Wuhan 430212, China
zhouhuatao@163.com

Abstract—With the rapid development of big data technology, the construction of big data professional courses in colleges and universities is facing new challenges and opportunities. In view of the problems existing in traditional teaching, such as teacher centered, limited experimental environment, and single evaluation method, this paper takes the “Hadoop System Application” course as an example to explore the practical path of smart curriculum construction. The research adopts the OBE education concept, constructs the online and offline hybrid teaching mode and applies AI technology intelligent teaching, and realizes the transformation from teacher centered to student-centered through experimental environment innovation, teaching mode reform, assessment method optimization and other measures. The practice shows that the course construction has effectively improved the students' practical ability and problem solving ability. The students' teaching evaluation results are excellent, and the course reform has achieved remarkable results, which provides reference experience for the construction of similar courses.

Keywords—Hadoop system application, smart course, blended teaching, OBE concept, process evaluation

1 引言

大数据技术作为新一代信息技术的核心组成部分, 已成为推动经济社会发展的重要引擎^[1]。随着国家大数据战略的深入实施, 社会对大数据专业人才的需求日益增长。《“十四五”数字经济发展规划》明确提出要加快培养大数据领域专业人才, 这为高校大数据专业建设指明了方向^[2]。

Hadoop 作为大数据处理领域的主流开源框架, 是大数据专业人才培养的核心技术之一^[3]。“Hadoop 系统应用”课程是数据科学与大数据技术专业的核心专业课, 主要讲授 Hadoop 生态系统的架构原理、安装配置及实际应用。然而, 传统教学模式面临诸多挑战: 一

是以教师讲授为主, 学生被动接受, 学习主动性不强; 二是实验环境复杂, 固定机房难以满足课程需求; 三是考核方式以终结性评价为主, 难以全面反映学生的学习过程和能力提升^[4]。

智慧课程是教育数字化转型背景下的新型课程形态, 它充分利用人工智能、大数据、云计算等现代信息技术, 实现教学资源的数字化、教学过程的智能化、学习评价的精准化^[5]。本文以“Hadoop 系统应用”课程为研究对象, 系统阐述智慧课程建设的实践探索, 包括课程建设背景、智慧教学体系构建、教学方法改革、评价体系优化等方面, 以为同类课程建设提供参考。

2 课程建设背景与问题分析

2.1 课程基本情况

“Hadoop 系统应用”课程是本校数据科学与大数据技术专业的核心专业课, 3 学分, 48 学时(理论 32 课

*基金资助: 本文得到 2025 年全国高等学校计算机教育研究会教育研究课题(CERACU2025R18); 2025 年全国高等学校计算机教育研究会第一批智慧课程建设项目(项目编号 CERACU2025SC056)资助。

**通讯作者: 周华涛, zhouhuatao@163.com

时,实验 16 课时)。课程于 2021 年 9 月首次面向计算机科学与技术专业(大数据技术方向)授课,采用线上线下混合式教学模式。课程教学内容涵盖 Hadoop 概述、构建 Hadoop 集群、HDFS 分布式文件系统、MapReduce 分布式计算系统、Zookeeper 分布式协调服务、Hadoop2.0 新特性、Hive 数据仓库等核心知识点^[6]。

2.2 教学面临的主要问题

通过前期调研和教学实践,发现本课程建设面临以下三个主要问题:

(1) 教学理念问题。传统教学以教师为中心,采用“满堂灌”的讲授方式,学生被动接受知识,缺乏主动思考和探索的机会。这种教学模式难以激发学生的学习兴趣,也不利于培养学生的创新能力和实践能力^[7]。

(2) 实验环境问题。本课程实验以 Linux 操作系统为基础,需要完成 Hadoop 集群的安装配置,对计算机硬件配置特别是内存有较高要求。传统固定机房的计算机配置难以满足实验需求,且学生课后无法进行自主练习,影响学习效果^[8]。

(3) 评价方式问题。传统考核以期末考试为主,占总成绩的 60%以上,导致部分学生平时不认真学习,期末临时抱佛脚。这种以终结性评价为主的考核方式,无法全面反映学生的学习过程和能力发展,也不符合 OBE 教育理念的要求^[9]。

3 智慧教学体系构建

3.1 混合式教学设计

本课程采用线上线下混合式教学模式,线上 16 课时,线下 32 课时,共 48 课时。线上课堂主要实现知识目标,教师根据教学内容建立十余个学习任务单,学生按照任务单学习教学视频、课程资料,完成随堂作业、问题讨论和问卷调查,教师在线答疑及互动讨论^[10]。

线下课堂主要实现能力目标,从课前、课中、课后三个阶段进行设计。课前引导学生完成线上学习;课中主要是实践操作、任务探究等,并进行学生互动、教师点评等活动;课后学生完成作业练习、笔记展示,教师进行课程答疑等。线上课堂掌握理论知识,线下课堂培养操作应用能力,线上线下相结合,最终达到学生 Hadoop 系统应用能力提升的目标^[11]。

3.2 数字资源建设

课程基于超星泛雅平台构建了较为完善的数字资源体系。自课程上线三年多以来,累计页面浏览量达 438,238 人次,累计选课人数 810 人,累计互动次数

884 次。课程团队精心制作了涵盖课程全部知识点的授课视频,总数量达 17 个,总时长 677 分钟,同时配备了 160 个非视频资源,包括课件、习题、案例等^[12]。这些资源通过超星泛雅平台进行发布和管理,学生可随时随地进行线上学习。

3.3 人工智能技术应用

课程积极探索人工智能技术在教学中的应用,构建了多维度的智慧教学支持体系:

(1) 智慧教室建设。学校现已建成 60 间智慧教室,其中 6 间可实现自动导播、直播和录课。在智慧教室中,通过大屏幕、触控设备、远程协作系统等先进设备,实现线上线下混合式教学,增强师生互动和课堂参与度^[13]。

(2) 知识图谱构建。课程已建成知识图谱、问题图谱、能力图谱,直观层次化展示课程内容,引导学生通过解决实际问题来培养分析问题和解决问题的能力。知识图谱将课程知识点进行结构化组织,形成清晰的知识脉络,帮助学生建立完整的知识体系^[14],如图 1、图 2、图 3 所示。

(3) AI 知识库与课程专业 RAG 大模型。结合 Hadoop 教学资料(教学大纲、教学设计、教案、讲义等)构建本课程专属的知识库,并依托 DeepSeek-R1-32B 大模型初步构建课程专业 RAG 大模型,尽量避免和消除通用大模型的幻觉和差错,为学生提供精准的学习支持^[15]。

(4) AI 助教与数字人。使用 AI 助教功能全天 24 小时回答学生问题,建立师生人机一体的教学对话新模式。依托大模型生成课程数字人,形象生动地进行线上教学和授课任务,减轻教师录课负担,让教师抽出更多精力进行教学设计和学生课堂情感构建工作^[16]。

3.4 产教融合实践

课程与中软国际等企业建立了紧密的合作关系,在产教融合方面取得显著成效。企业专家参与课程的教学和实践指导,将行业最新技术和实际项目案例引入课堂,使学生能够接触到真实的工作场景和需求^[17]。例如,在“Hadoop 集群搭建与配置”章节的教学中,邀请中软国际的技术人员为学生进行现场演示和讲解,分享企业在实际项目中遇到的问题及解决方案,增强了学生的实践能力和就业竞争力。

4 教学方法改革

4.1 OBE 教育理念指导

课程以 OBE (Outcome-Based Education) 教育理念为指导,以学习成果为产出导向,以学生为中心,采用逆向思维的方式进行课程体系建设^[18]。教师的任

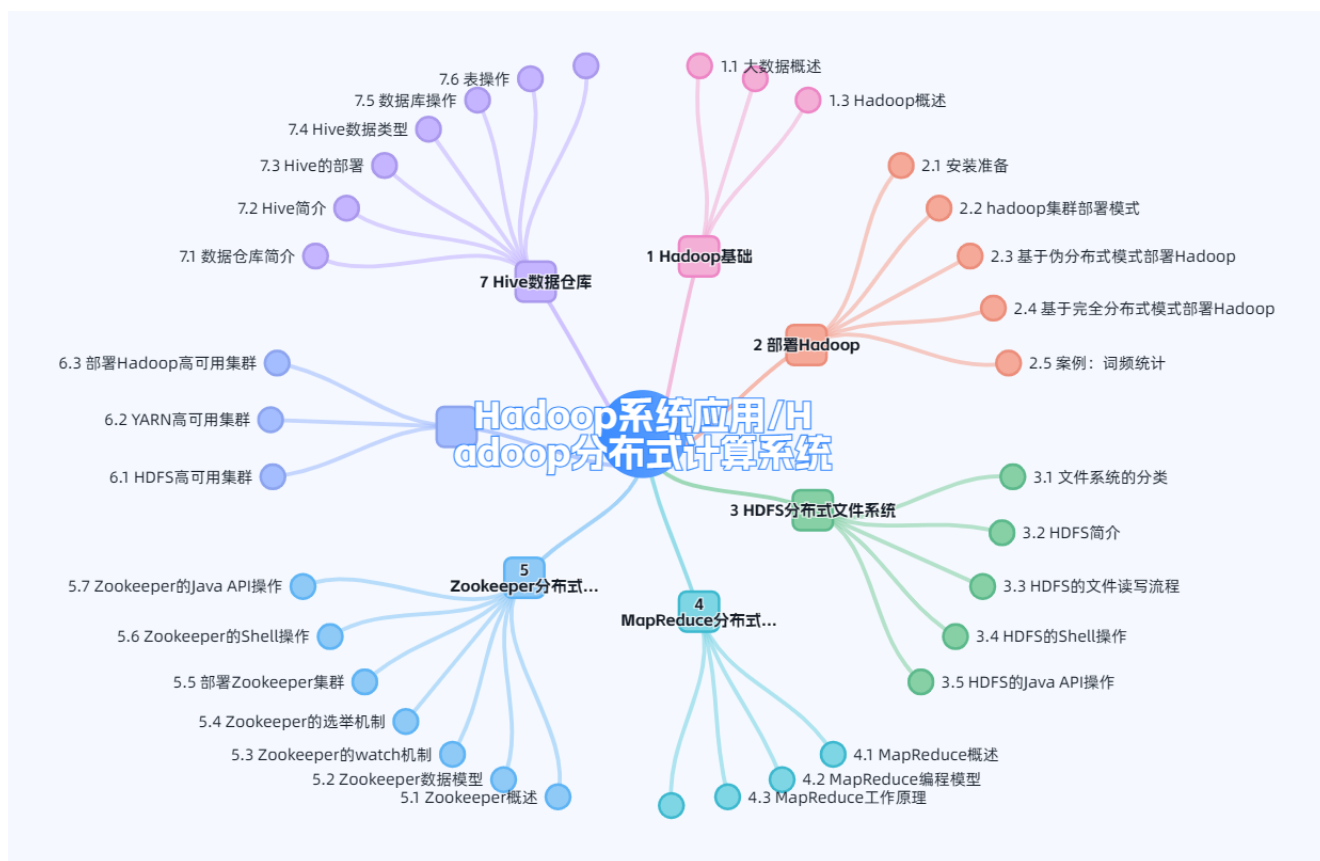


图 1 知识图谱



图 2 问题图谱

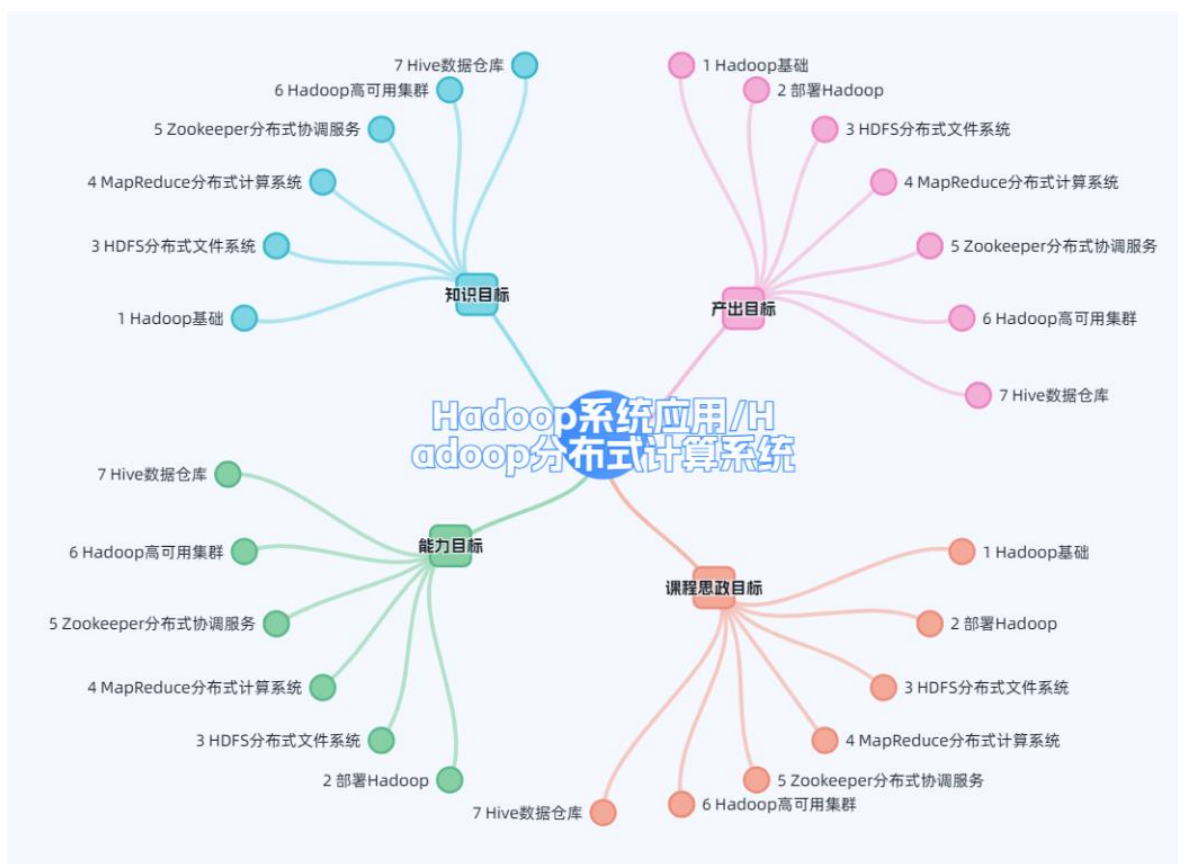


图 3 能力图谱

务是引导学生根据教学大纲要达到的成果进行自主学习，学生课前进行预习了解和熟悉课程内容，课中学生和教师在教室进行面对面的课堂讨论和交流，学生自主实验，教师针对学生理论学习和实验实践中出现的问题进行集中讲解和单独指导，课后学生通过超星学习通进行复习和巩固，并总结归纳学习内容。

4.2 案例教学法

课程采用案例教学法，将理论知识与实际应用紧密结合。在教学过程中，引入大量企业真实案例，如电商平台用户行为分析、社交网络数据处理、日志数据挖掘等，让学生在解决实际问题的过程中掌握Hadoop技术^[19]。案例教学法不仅能够激发学生的学习兴趣，还能培养学生的工程思维和问题解决能力。

4.3 翻转课堂

课程采用翻转课堂教学模式，将知识传授和知识内化过程进行翻转。学生在课前通过观看微视频完成知识学习，课堂上教师主要进行答疑解惑、讨论交流和实践指导^[20]。翻转课堂增强了师生、生生间的互动，充分发挥学生的主动作用，培养学生的思考能力，从而有效提高课堂教学的效率。通过学习通课堂互动教学，将每个学生的学习情况可视化，更好地实现针对性教学，使教学过程更加透明化、精准化。

4.4 实验教学法创新

针对实验环境复杂和机房硬件配置不足的问题，课程进行了实验教学法创新。通过调研每个学生均独立拥有笔记本电脑并且硬件配置可以满足实验要求，因此在学生笔记本电脑上安装虚拟机软件Vmware，然后安装Linux操作系统和Hadoop集群，实验可以在教室、机房和宿舍任何地点完成，实质上是采用了全机房授课模式。从2023年起，课程实验教学引入“普开大数据实验平台”，学生在自己的笔记本电脑或机房电脑的浏览器中就可以完成Linux环境下的Hadoop下载、安装、配置和编程实验，易用好用实用，受到了广大学生的一致好评。

为进一步提升实验环境的灵活性和可扩展性，课程团队深入研究并实施了Hadoop实验环境的云化与容器化部署方案。具体技术实现包括以下几个方面：

(1) 基于Docker的容器化部署。采用Docker容器技术构建轻量级Hadoop运行环境，通过编写Dockerfile定义Hadoop各组件(NameNode、DataNode、ResourceManager、NodeManager等)的镜像构建流程。镜像分层设计包括基础镜像层(Ubuntu 20.04 LTS)、Java运行环境层(JDK 1.8)、Hadoop软件层(Hadoop 3.3.4)以及配置文件层，实现镜像的高效复用和快速部署。

(2) 基于 Kubernetes 的容器编排。针对大规模实验场景，构建基于 Kubernetes 的云原生 Hadoop 实验平台。采用 StatefulSet 控制器管理 Hadoop 有状态服务，确保 NameNode 等关键组件的持久化存储和稳定标识。通过 ConfigMap 和 Secret 资源对象管理配置文件和敏感信息，实现配置与镜像的分离。

(3) 云计算资源集成。与阿里云、华为云等公有云平台对接，开发云资源自动化调度模块。通过云平台 API 实现虚拟机实例的自动创建、配置和销毁，支持按需分配计算资源(4 核 8G 至 8 核 16G 配置可选)。云平台集成后，学生可通过课程平台直接申请云端实验环境，平均环境准备时间从原来的 2 小时缩短至 15 分钟以内。

5 课程评价体系

5.1 过程性评价为主

本课程考核采用过程性考核与终结性考核相结合的方式，平时成绩占总评成绩的 50%，实验成绩占总评成绩比例为 10%，期末考试成绩占总评成绩比例为 40%。课程重动手能力培养，强调过程性评价考核，过程性考核侧重于考核学生在平时学习过程中专业技能的掌握程度和职业素养等。

过程性评价包含签到、课堂表现、课次单元/章测验、视频学习、讨论、作业、项目（实验）报告等项目。过程性评价占 60%，其中课次单元/章测验不低于 20%，项目（实验）报告不低于 10%，签到不高于 15%，课堂表现或其他不低于 15%。过程性考核中学生平时成绩登记表中的所有考核数据由超星泛雅平台直接导出，保证了评价的客观性和准确性。如表 1 所示。

5.2 终结性评价

终结性考核侧重于考核学生知识掌握程度和应用情况，包括大数据概念和特点，Hadoop、HDFS、MapReduce、Zookeeper、Hive 的系统架构、工作原理、运行机制等。本课程终结性考核通过试卷考试的方式进行，试卷满分为 100 分。考核内容涵盖大纲 90%以上知识点，其中 Hadoop、HDFS、Hive 的系统架构和工作原理等注重以知识理解型题目考核，Hive 表的操作、HDFS 文件读写、MapReduce 分布式计算等注重综合应用型考核。

6 建设成效与反思

6.1 学生评教与能力提升

学生普遍反映通过线上线下混合式教学模式，课前预习、课中交流、课后巩固，理论和实践相结合，以学生为中心，真正掌握了 Hadoop 系统应用的各项实践技能，实验动手能力大为提升。最近两学期本课程

的学生评教得分为 98.1 和 93.82 分，主讲教师连续三年课堂教学质量被评为优秀。学生通过这门课程的学习，掌握了知识点，提高了解决问题的能力，参加 2024 年第六届全球人工智能算法精英大赛（湖北赛区）总决赛获得优秀奖。

表 1 过程性考核平时成绩登记表

学号	姓名	课程 音视频 (20%)	章节 测验 (40%)	章节 学习 次数 (10%)	讨论 (10%)	课程 互动 (15%)	分组 任务 (5%)	总分
1	陈坤辉	14.55	28.67	5.20	9.00	5.00	5.00	67
2	陈留稳	9.64	31.08	6.00	8.00	5.00	0.00	60
3	程孟恺	20.00	28.79	4.40	8.00	0.00	0.00	61
4	丁宇航	20.00	32.59	5.00	9.00	5.00	4.95	77
5	胡前进	20.00	31.81	7.00	9.00	11.00	0.00	79
6	胡思远	20.00	28.52	9.20	9.00	8.00	0.00	75
7	黄嘉赟	20.00	34.25	5.60	9.50	5.00	0.00	74
8	黄爽	20.00	36.47	10.00	9.00	15.00	5.00	95
9	金博涵	20.00	30.54	4.80	7.00	5.00	3.95	71
10	李静怡	20.00	34.52	10.00	9.00	14.00	5.00	93
11	梁家栋	20.00	35.45	7.60	7.00	13.00	3.90	87
12	林奕冉	20.00	31.04	6.20	9.00	8.00	4.00	78
13	刘洋	20.00	26.00	1.20	3.00	10.00	0.00	60
14	闵涛宏	18.18	28.53	4.00	9.00	5.00	0.00	65
15	彭家旭	20.00	19.00	3.80	7.00	6.00	0.00	56
16	漆慧敏	20.00	35.71	7.80	8.00	13.00	4.95	89
17	王海坤	20.00	19.54	5.80	9.00	5.00	3.95	63
18	王天琦	20.00	33.66	10.00	9.00	13.00	3.90	90
19	王晓婷	20.00	37.52	9.00	8.00	14.00	5.00	94
20	王馨怡	20.00	34.79	10.00	9.00	13.00	4.90	92
21	王鑫越	20.00	35.87	10.00	9.00	14.00	5.00	94
22	未子涵	20.00	33.95	9.40	8.00	14.00	5.00	90
23	肖照博	20.00	33.93	6.20	8.00	5.00	2.00	75
24	徐昂	20.00	35.93	10.00	9.00	11.00	4.00	90
25	徐诚华	20.00	36.31	7.20	9.00	5.00	0.00	78
26	徐启萌	20.00	31.97	7.60	9.00	5.00	4.90	78
27	徐哲一	20.00	19.13	4.20	8.00	5.00	0.00	56
28	许晓石	20.00	36.59	8.40	8.00	14.00	4.90	92
29	张楠	20.00	36.11	10.00	9.50	5.00	3.70	84
30	张涛	20.00	35.23	6.00	9.00	8.00	4.95	83
31	张智杰	20.00	37.22	7.60	6.00	14.00	5.00	90
32	徐程晨	20.00	35.14	6.80	10.00	15.00	5.00	92
33	杨瑞吉	20.00	35.64	5.00	9.00	9.00	4.95	84
34	赵泽旭	20.00	34.37	6.20	7.00	5.00	0.00	73

为进一步量化评估课程改革成效，课程团队对两届学生（2022 级传统教学班 68 人、2023 级智慧教学班 72 人）进行了跟踪调研，从项目完成率和就业技能掌握度两个维度进行对比分析。

（1）项目完成率对比。课程设置了 6 个综合性实验项目，包括 Hadoop 集群搭建、HDFS 文件操作、MapReduce 词频统计、Zookeeper 协调服务配置、Hive 数据仓库构建、综合项目实战。统计结果显示，传统教学班项目平均完成率为 76.5%（328/428），智慧教学班项目平均完成率为 93.1%（402/432），完成率提升 16.6 个百分点。其中，综合项目实战完成率提升最为显著，从传统班的 61.8%（42/68）提升至智慧班的 89.1%（64/72），提升了 27.3 个百分点。项目优秀率（90 分以上）从 18.4% 提升至 34.7%，表明学生不仅完成数量增加，完成质量也明显提高。

（2）就业相关技能掌握度对比。课程结束后，通过企业认可度较高的 Hadoop 开发者认证（HDPCD）模拟测试，对学生核心技能掌握情况进行评估。测试涵盖 HDFS 数据管理（占比 25%）、MapReduce 编程（占比 30%）、Hive 数据查询（占比 25%）、集群运维管理（占比 20%）四个维度。传统教学班平均得分 62.3 分，智慧教学班平均得分 81.6 分，平均分提升 19.3 分。各维度得分均有显著提升：HDFS 数据管理从 65.2 分提升至 84.1 分（+18.9 分），MapReduce 编程从 58.7 分提升至 79.3 分（+20.6 分），Hive 数据查询从 64.5 分提升至 82.7 分（+18.2 分），集群运维管理从 60.8 分提升至 80.3 分（+19.5 分）。

（3）就业竞争力提升。对 2023 级智慧教学班毕业生（45 人）进行就业跟踪调查，结果显示：获得大数据相关岗位 offer 的比例为 82.2%（37/45），较传统教学班（68 人，获得相关岗位 offer 比例为 58.8%，40/68）提升 23.4 个百分点；首份大数据岗位平均薪资为 6850 元/月，较传统教学班（5200 元/月）增长 31.7%；入职 3 个月内通过试用期考核的比例为 94.6%（35/37），企业反馈学生上手快、实践能力强。这些数据充分表明，智慧课程建设有效提升了学生的专业技能和就业竞争力，如表 2 所示。

6.2 课程改革成效

本课程建设取得了一系列成果：2024 年获第四届“智慧树杯”全国课程思政示范案例教学大赛普通本科教育赛道二等奖；2025 年被全国高等学校计算机教育研究会立项为第一批智慧课程建设项目；“Hadoop 系统应用”智慧课程建设研究教学研究课题被立项为全国高等学校计算机教育研究会研究课题；2026 年 3 月本课程获第七届“匠心筑梦 领航未来”全国高校教师技能创新大赛全国赛三等奖。教学团队根据该门课程的建设和教学实践在相关期刊和国际会议发表课程改

革相关的研究成果，与同行教师交流和讨论这门课程的教学设计、教学内容等教学改革经验和心得体会，有效地促进了该门课程教师团队的建设和发展。

6.3 课程特色与创新

本课程的特色是内容新、起点高、要求全。内容新是指本课程中的 Hadoop 大数据技术自从 2006 年出现以来仅十多年时间，相关理论和实践对于教师和学生都

表 2 OBE 毕业要求达成度量化对比表

毕业要求指标点	权重	2022 级传统班	2023 级智慧班	达成度提升	评价方式	数据来源
工程知识应用能力（Hadoop 架构理解）	0.15	0.72	0.88	+0.16	课程测验	超星平台
问题分析能力（故障排查与解决）	0.15	0.68	0.85	+0.17	实验报告	教师评分
设计/开发解决方案（集群搭建配置）	0.20	0.65	0.86	+0.21	项目考核	实验平台
使用现代工具（大数据平台操作）	0.15	0.70	0.89	+0.19	上机考试	考试系统
工程与社会（产教融合实践）	0.10	0.62	0.82	+0.20	企业评价	合作企业
沟通与团队协作（小组项目）	0.10	0.75	0.87	+0.12	同伴互评	学习通
终身学习能力（自主学习时长）	0.15	0.66	0.84	+0.18	平台统计	超星平台
加权平均达成度	-	0.68	0.86	+0.18	-	-

注：达成度计算采用加权平均法，各指标点评价值满分为 1.0，达成度≥0.65 为合格，≥0.80 为优秀。

是一个全新的领域。起点高是指 Hadoop 系统应用开发人员必须具备计算机基础知识、Linux 基础和面向对象程序设计（Java）的设计思想，对任课教师的全面编程能力要求较高。要求全是指对教师和学生同时提出了更高的要求，要与当今大数据时代与时俱进、不能因循守旧，要熟练掌握 Hadoop 系统的下载、安装、配置、部署和测试等技能，以及 Java API 编程的能力，培养出更多更好的应用型本科人才。

教学改革创新点主要体现在三个方面：一是实验环境创新，依托学生笔记本电脑进行全机房教学，基于“普开大数据实验平台”进行实验操作和项目实践；二是授课模式创新，采取线上-线下融合授课模式，以翻转课堂为主，以学生为中心，引导学生自主学习和实践；三是考核方式创新，强调过程性评价考核，课程总评成绩由过程性考核（占 60%）和终结性考核（占 40%）两部分构成。

7 结束语

本文以“Hadoop 系统应用”课程为例,系统阐述了智慧课程建设的实践探索。通过采用 OBE 教育理念,构建线上线下混合式教学模式,进行实验环境创新、授课模式改革、考核方式优化,有效解决了传统教学中存在的以教师为中心、实验环境受限、评价方式单一等问题。实践表明,智慧课程建设显著提升了教学质量和学生的学习效果,学生评教结果优秀,课程改革成效明显。

未来,课程建设将在以下方面继续深化:一是加强教学资源建设,收集整理更多有特色的数字化教学资源;二是优化实验环境建设,不断完善“普开大数据实验平台”的相关参数和环境;三是进一步构建智慧课程,在超星学习通平台使用知识图谱、AI 智能体、AI 实践、AI 学期分析、AI 出卷等数智赋能课程建设的课前、课中、课后全流程。通过持续改进和创新,不断提升课程教学质量,为培养高素质应用型大数据人才做出贡献。

参 考 文 献

- [1] 谭貌,段斌,周彦,等. 面向产出落实工程教育认证标准的院系机制与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2023, 11(5): 16-20.
- [2] 方维,袁宝库,梁峰绮. 基于 PTA 平台的程序设计类课程教学改革实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, 10(1): 97-100.
- [3] 傅继彬. 构建计算机网络课程中的思政教育协议栈[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, 10(5): 23-26.
- [4] 曾德真. 基于大数据技术的企业安全警报系统设计与实现[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, 10(3): 1-8.
- [5] 王春梅. AI 赋能 C 语言程序设计智慧课程一体化建设与实践[J]. 计算机教育, 2026, (2): 122-127.
- [6] 陈致超,董雯. 知识图谱与智能体融合的“算法设计与分析”课程智慧化教学实践[J]. 工业和信息化教育, 2026, (2): 61-65.
- [7] 李苹. 《税务会计实务》智慧课程教学模式创新与实践研究[N]. 安徽科技报, 2026-02-11(10).
- [8] 陈青春,吴路珊,李兰,等. 基于知识图谱的作物栽培学智慧课程建设与应用[J]. 智慧农业导刊, 2026, 6(3): 189-192.
- [9] 赖锦辉. 基于 BOPPPS 与目标问题导向融合的程序设计课程智慧教学实践[J]. 计算机教育, 2026, (2): 236-241.
- [10] 刘瑞菁,鲍亦璐,冯才敏,等. AI 赋能“岗课赛证”融通——“药膳与食疗基础”线上线下混合式教学改革探索与实践[J]. 农产品加工, 2026, (3): 132-135.
- [11] 辛颖,夏义苗,杨趁仙,等. 基于 AI 赋能的智慧课堂构建与应用研究——以“植物蛋白质工艺学”课程为例[J]. 农产品加工, 2026, (3): 150-152.
- [12] 姜玉婷,薛建伟,张爱然,等. AI 技术赋能建筑安全技术与管理智慧课程建设探索[J]. 山西大同大学学报(自然科学版), 2026, 42(1): 84-89.
- [13] 任瑾,范羽,沈少冰. 基于“学习通+BOPPPS+MATLAB”的信号与系统课程智慧教学改革与实践[J]. 山西青年, 2026, (3): 1-4.
- [14] 王可儿. 职普融通背景下 AI 智慧课程的教学改革实践研究[J]. 公关世界, 2026, (3): 191-193.
- [15] 舒童. 5G+智慧教育融入建筑学课程教学的可行性分析[J]. 办公自动化, 2026, 31(4): 40-42.
- [16] 景涛. 面向智慧城市的“虚—实”融合教育: 城市设计课程教学的创新路径与实践探索[J]. 高教学刊, 2026, 12(4): 63-66.
- [17] Wendi B.Heinzelman, Anantha P.Chandrakasan, Hari Balakrishnan. An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks[J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2002, 1(4): 660-670.
- [18] Muruganathan S D, Ma DCF, Bhasin PI, et al. A Centralized Energy-Efficient Routing Protocol for Wireless Sensor Networks[J]. IEEE Communications Magazine, 2005, 43(3): 8-13.
- [19] 钟亦平. 无线传感器网络分簇路由协议[J]. 软件学报, 2006, 17(7): 1588-1600.
- [20] A Manjeshwar, D P Agrawal. TEEN: A Protocol for Enhanced Efficiency in Wireless Sensor Networks[C]. The 1st International Workshop on Parallel and Distributed Computing Issues in Wireless Networks and Mobile Computing. San Francisco, CA, 2001: 2009-2015.