

基于知识图谱的“四学一体”混合式教学模式的实践应用

——以“通信原理”课程为例

王俊利*, 朱大磊, 李安明, 滕 达

郑州师范学院物理与电子工程学院, 河南 郑州

收稿日期: 2025年7月29日; 录用日期: 2025年9月8日; 发布日期: 2025年9月16日

摘 要

针对“通信原理”课程原理抽象、理论性强这一特点, 以及混合式教学中面临的诸多挑战, 本文创新性地提出了一种基于知识图谱的“四学一体”混合式教学模式。该模式以知识图谱为核心, 通过整合线上线下资源, 不仅为学生构建了系统性的知识架构, 还精心设计了课前自学、课堂共学、课后伸学及实践验学四个环环相扣的学习环节, 旨在全面增强学生的自主学习、协作与创新能力。同时, 借助知识图谱可视化学情分析平台, 实现了教学的精准定位与学生的个性化辅导, 极大提升了“通信原理”课程的教学质量与学生的学习成效。

关键词

“通信原理”, 知识图谱, “四学一体”混合式, 学情分析

The Practical Application of the “Four-in-One” Blended Teaching Model Based on Knowledge Graphs

—A Case Study of “Communication Principles” Course

Junli Wang*, Dalei Zhu, Anming Li, Da Teng

School of Physics and Electrical Engineering, Zhengzhou Normal University, Zhengzhou Henan

Received: Jul. 29th, 2025; accepted: Sep. 8th, 2025; published: Sep. 16th, 2025

*通讯作者。

文章引用: 王俊利, 朱大磊, 李安明, 滕达. 基于知识图谱的“四学一体”混合式教学模式的实践应用[J]. 职业教育发展, 2025, 14(9): 234-243. DOI: 10.12677/ve.2025.149435

Abstract

In response to the abstract principles and strong theoretical nature of the “Communication Principles” course, as well as the numerous challenges faced in blended learning, this paper innovatively proposes a “Four-in-One” blended learning model based on knowledge graphs. This model centers around the knowledge graph, integrating online and offline resources to not only construct a systematic knowledge framework for students but also meticulously design four interconnected learning stages: pre-class self-study, in-class collaborative learning, post-class extended learning, and practical validation learning. The aim is to comprehensively enhance students’ autonomous learning, collaboration, and innovation abilities. Simultaneously, by leveraging a knowledge graph-based visual platform for analyzing learning situations, it achieves precise positioning of teaching and personalized tutoring for students, significantly improving the teaching quality of the “Communication Principles” course and enhancing students’ learning outcomes.

Keywords

“Communication Principles”, Knowledge Graph, “Four-in-One” Blended Learning Mode, Learning Situation Analysis

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2018年10月,教育部明确提出了要积极推广混合式教学的倡议,并大力推动智慧教室的建设,旨在构建一个将线上与线下教学紧密结合的新型教学模式[1][2]。随后,在2019年,教育部发布了《关于一流本科课程建设的实施意见》,其中着重提出了“双万计划”,以进一步推动高等教育质量的提升[3]。随着信息技术的快速发展和教育理念的持续革新,混合式教学已经在全球范围内得到了广泛的应用和认可,成为提升教学质量和满足学生个性化学习需求的重要途径。

混合式教学模式结合了线上和线下教学的优势,能够充分利用在线资源,使知识碎片化、模块化,便于学生灵活安排时间进行学习[4]。其中线上教学可以通过视频、动画、模拟实验等多种形式呈现课程内容,使抽象复杂的知识更加直观易懂,提高学生的学习兴趣和理解能力;线下教学则可以通过教师的讲解、答疑、实验等方式,加深学生对知识点的理解和掌握,提高学习效果。但在学习过程中,由于学生在学习能力上存在的个体差异,以及线上学习资源所呈现出的多维度、异构化特性,学生在面对海量且无明确导向的学习路径时,往往难以把握知识的全局框架及知识点间的内在联系,从而难以有效地利用这些学习资源来达成学习目标。

在此情境下,知识图谱的整合为提升混合式教学质量带来了新颖的视角和方法。知识图谱最早由Google在2012年提出,并迅速引起了学术界和工业界的广泛关注与深入研究[5]。2017年,国务院发布的《新一代人工智能发展规划》中,特别强调了对知识图谱技术研究的重视和推动,为知识图谱在教育领域的应用提供了政策支持[6]。2022年,教育部公布的《教师数字素养》也进一步明确了知识图谱技术在数字教学设计领域的关键作用,为知识图谱在教育领域的广泛应用提供了指导[7]。

知识图谱通过节点(实体)和边(关系)的形式,将复杂的知识体系结构化、网络化,为知识的检索、推

理和应用提供了全新视角[8][9]。将知识图谱应用于“通信原理”课程可以系统梳理课程中的知识点和关系,形成清晰的知识网络图,有助于学生更好地理解和掌握课程内容,提高学习效率。此外,知识图谱还能够依据学生的学习进展及个性化需求,定制专属的学习路径并推荐相应的学习资源,这一特性有助于满足不同学生的学习需求,进而增强学习的针对性和实效性。同时,知识图谱还能够持续跟踪学生的学习状态和成效,提供可视化的学情分析和学业辅助,这有助于教师及时了解学生的学习情况并进行针对性的指导和干预。因此,采用混合式教学模式和知识图谱对于改善“通信原理”课程的教学现状、提高教学效果和满足行业需求具有重要意义。

2. “通信原理”课程的特点及教学现状

“通信原理”是光电信息工程、通信工程专业的核心课程[10]。该课程内容广泛覆盖了通信基础原理、模拟调制系统分析、模拟信号至数字信号的转换、数字基带传输技术、数字信号的频带传输方法、差错控制编码机制以及同步技术等核心知识点。若要有有效掌握这些内容,学生需具备“高等数学”、“信号与系统”、“概率论与数理统计”、“数字电子技术”以及“模拟电子技术”等基础课程的知识储备作为支撑。且课程内容之间相互串联耦合,学习难度大,导致学生在理解和掌握上存在困难。

在传统教学方式下,学生往往处于知识接收的被动地位,课堂参与度不高。当前通信行业技术发展迅速,新技术、新方法层出不穷,而传统的教学内容往往滞后于行业发展的步伐,导致学生在毕业后难以适应行业需求。

3. 混合式教学模式下知识图谱的构建

3.1. “四学一体”混合式教学模式

在构建知识图谱以辅助教学的过程中,首要任务是建立完善的线上资源体系。这一体系应涵盖教学大纲、详细教案、多媒体课件、微课视频、每章学习任务清单、话题讨论区、丰富题库、章节测验、仿真练习库、作业库以及参考文献库等资源。借助“四学一体”的混合式教学模式,旨在实现高效的学习成果产出。



Figure 1. The “Four-in-One” blended teaching model
图 1. “四学一体”混合式教学模式

“四学一体”包括课前自学、课堂共学、课后伸学与实践验学,如图1所示。

课前引导学生自主学习,完成自测,激发学生学习的内驱力,实现低阶的知识目标。在课堂上通过案例导入、分组研讨、翻转课堂和项目探究的方式,让学生积极参与其中,并注重学生的能力培养与价

值塑造,实现知识的高阶目标和能力目标。课后通过课程实验、系统仿真与课程设计,来完善对知识的理解,实现能力的高阶目标。通过大创项目和专业比赛,加上企业实践,提高学生将所学理论应用于实践的能力,加深理论与实践的深度结合,实现课程目标。以学生为中心的“四学”一体混合式教学设计,可以形成学习闭环,达成课程目标。

3.2. 基于“四学一体”混合式教学模式的知识图谱的构建

在“四学一体”混合式教学模式的指导下,构建完善的知识图谱应包含以下几个核心环节:

一、前期准备阶段

明确构建目标:深入了解学生对课程知识的掌握程度、学习难点及兴趣所在,以此为基础构建一个能够辅助教学、帮助学生系统收集和整理“通信原理”领域知识知识图谱,进而提升学习效率和效果。

提取关键知识点:根据教学目标与课程内容,明确知识图谱所涵盖的知识领域与范围。对“通信原理”教材进行深入剖析,从中提取出关键知识点和核心概念,为后续知识图谱的构建奠定坚实基础。

整合在线课程与教学资源:广泛搜集并整合各类在线平台上的“通信原理”课程资源,包括视频教程、课件资料、练习题库等,以丰富知识图谱的内容,提升其应用价值。

收集实际工程案例:搜集通信工程领域的实际案例,如通信系统设计、信号处理等,将理论知识与实践应用紧密结合,增强知识图谱的实用性和吸引力。

二、关键词提取与关系设置阶段

关键词提取:从前期收集到的数据中,精确提取出“通信原理”领域的关键专业名词,如信号、信道、调制解调方式等,这些名词将作为知识图谱的节点。

关系设置:根据“通信原理”的知识体系,明确各专业名词之间的逻辑关系,包括因果、并列、前置、关联、后置等,为知识图谱的边提供精确的定义,确保知识图谱的准确性和逻辑性。

三、知识融合与整合阶段

多源数据融合:将来自不同渠道的线上资源数据进行融合,通过对比、分析、去重等操作,消除重复和矛盾的信息,确保知识图谱的准确性和一致性。

知识分类与体系构建:按照“通信原理”的知识体系,对抽取的知识进行分类和组织,构建出层次分明、结构清晰的知识框架,有助于学生更好地理解 and 记忆。

知识关联:将知识点与题库内的练习题、章节任务点、课程资料等进行紧密关联,形成完整的知识网络,便于后续对学生知识掌握程度的可视化追踪和评估。

四、知识图谱存储与管理阶段

建立索引与优化查询:为了提高知识图谱的查询效率,需要建立合理的索引机制,并优化查询语句,确保用户能够迅速准确地获取所需信息。

五、知识图谱更新与维护阶段

定期更新:随着“通信原理”领域的发展和新研究成果的不断出现,需要定期更新知识图谱的内容,以保持其时效性和准确性。

错误修正:建立监控机制,实时跟踪知识图谱的使用情况,及时发现并修正其中的错误和不准确之处,确保知识图谱的可靠性。

收集反馈与持续优化:定期收集学生和助教的反馈意见,了解知识图谱的使用效果和改进空间,不断对其进行优化和完善,以满足用户日益增长的需求。本教学团队在泛雅学习通平台构建的“通信原理”课程知识图谱部分截图如图2所示。在学生学习过程中如果对本知识掌握不牢或者牵涉到前修知识,均可转到相应知识点进行学习或练习,这有助于帮助学生巩固知识,夯实基础。



Figure 2. Partial screenshot of the knowledge graph for the “Communication Principles” course constructed on the Chaoxing (Superstar) platform
图 2. 超星平台构建的“通信原理”课程知识图谱部分截图

4. 基于知识图谱的混合式教学模式的实施方案

4.1. 基于知识图谱的“通信原理”课程教学研究框架

构建“通信原理”课程知识图谱的主要目标是整合并规范化该学科内的知识资源，以形成一个逻辑清晰、内容全面的知识框架，从而增强教与学的成效。该知识图谱全面涵盖了通信的基本原理、核心概念、关键技术、分析方法，以及结合实际通信案例和融入思政教育的实例。基于“通信原理”课程的模块化结构与教学实际需求，我们深入提炼了六大核心知识领域：“模拟调制技术”、“数字调制技术”、“数字基带传输原理”、“模拟信号的数字化处理技术”、“最佳接收策略”及“差错控制技术”，这些构成了课程知识图谱的骨架与核心支撑。

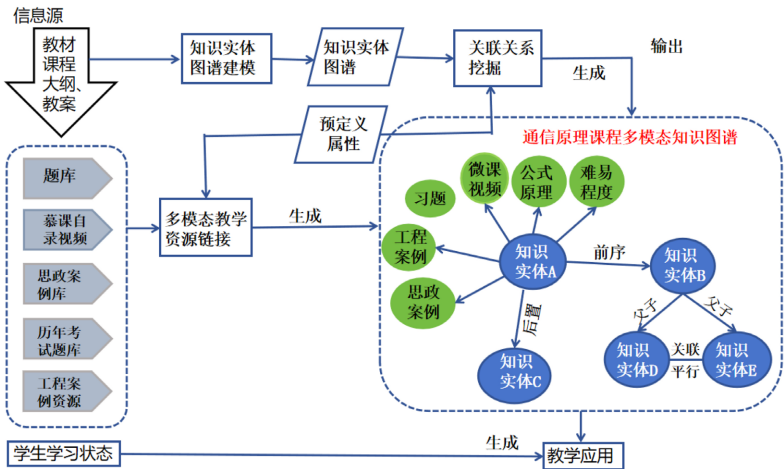


Figure 3. Research framework for teaching the “Communication Principles” course based on knowledge graph
图 3. 基于知识图谱的“通信原理”课程教学研究框架

基于知识图谱的“通信原理”课程教学研究体系如图3所示。本框架立足于课程的教学目标与大纲，对知识点进行了系统性的整理，进一步将它们细化为具备清晰属性的知识实体单元[11]。通过识别并构建这些知识单元之间的层级关系与内在联系，以图谱的形式直观地展现出结构化的知识网络。在教学方法上，我们采用标准化与系统化的策略，将“通信原理”课程的知识点与多样化的教学资源进行高效链接。这一链接过程主要贯穿于三个学习阶段：在课前预习阶段，我们将与教学计划紧密相关的微课视频与知识点进行关联，帮助学生在课前形成对知识的初步理解；在课中学习阶段，我们注重理论知识与工程实践的融合，将经典的工程结构案例与课程知识点相联系，以促进知识的拓展与应用；在课后巩固提高阶段，我们将试题库与各个章节进行对应关联，方便学生进行学习与练习，同时，将不同的通信系统模型与相应习题进行匹配，以提升学生的空间思维能力。

4.2. 基于知识图谱的“通信原理”课程混合式教学模式的实施方案

在基于知识图谱的“四学一体”的混合式教学模式下，“通信原理”课程具体实施如图4所示。

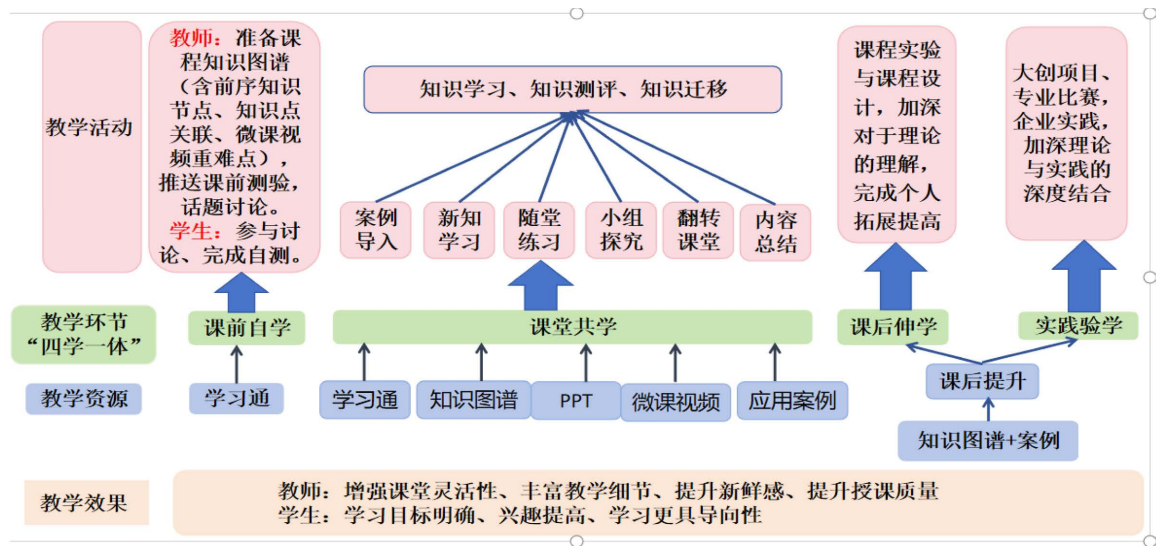


Figure 4. Research on the “Four-in-One” blended learning model for the “Communication Principles” course based on knowledge graph

图4. 基于知识图谱的“通信原理”课程的“四学一体”混合式模式研究

课前自学阶段：教师准备课程知识图谱(含前序知识节点、知识点关联、微课视频、重难点)，并发布本次课程的学习任务清单，推送课前测验，话题讨论。学生被鼓励根据个人学习需求，利用超星知识图谱自主选择与本次课程相关的前置知识及关联知识点进行学习，并完成对应知识点的测试[12]。教师在每次授课前，能够借助知识图谱的功能，查询并分析学生的错题分布，据此调整教学内容中的重点与难点，以期达到提升教学质量的目的。

课堂共学阶段：结合知识图谱中的实际案例，如数字通信系统、调制解调技术等，引导学生进行分组研讨。例如，选取一个典型的数字通信案例，让学生分析其中的信号传输过程、编码解码原理等，从而培养他们的问题解决能力和团队协作能力。利用学习知识图谱统计结果，教师可实时监测学生的学习状态，包括课堂参与度、作业完成情况等。根据监测结果，教师可以及时调整教学策略，如增加互动环节、调整讲解难度等，以提高课堂互动效率和教学质量。

课后伸学阶段：基于知识图谱设计一系列课程实验和系统仿真任务，如信号调制实验、信道编码实

验等。通过实践操作，学生可以巩固课堂上学到的理论知识，并提升实践能力。根据学生的学习进度和兴趣点，利用知识图谱为他们推荐个性化的学习资源与辅导材料。例如，对于对无线通信感兴趣的学生，可以推荐相关的研究论文、技术文档等，以满足他们的深入学习需求。

实践验学阶段：引导学生结合所学知识进行项目探究与创新实践。例如，可以组织学生进行“无线通信系统设计”项目，让他们从需求分析、方案设计到系统实现全过程参与，从而培养他们的创新意识和实践能力。在此过程中，知识图谱将提供相关的研究资料与指导，帮助学生更好地完成项目。此外，还鼓励学生参加各类“通信原理”相关的比赛和企业实践活动。例如，可以组织学生参加全国大学生电子设计竞赛、通信技术创新大赛等，让他们将所学知识应用于实际情境中。同时，积极与通信企业合作，为学生提供实习和实训机会，让他们了解通信行业的最新技术和发展趋势，提高他们的产业研发能力。

4.3. 课程评价体系的改革

基于知识图谱的“四学一体”的“通信原理”混合式教学模式，采用过程性考核机制来综合评价学生一个学期的学习情况。过程性的考核机制不仅包括学生在泛雅平台的学习表现(如观看视频、完成试题、发言讨论、在线活跃度等)、课堂学习表现，也包括卷面成绩。过程性考核机制的评价涉及学生在整个学习周期内的各个环节，能反映学生的努力程度与课程参与度。“通信原理”课程过程性考核机制成绩评定比例如图 5 所示。

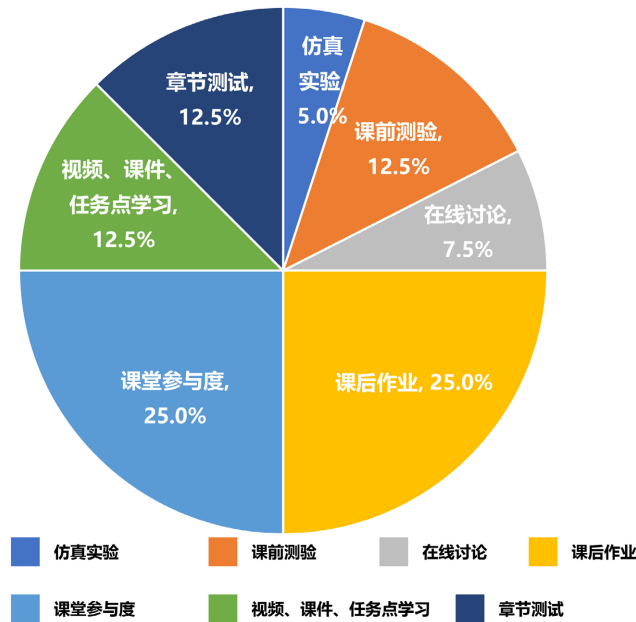


Figure 5. The grading proportion for the formative assessment mechanism in the course of “Communications Principles”

图 5. “通信原理”课程过程性考核机制成绩评定比例

4.4. 教学效果

知识图谱为我们提供了一个可视化的学情分析平台，如图 6 所示，使教师能够直观地看到学生在学习过程中的表现。通过对学生学习数据的深入挖掘和分析，教师可以及时发现学生在学习上的薄弱环节，进而有针对性地调整教学策略，提供个性化的辅导和支持。



Figure 6. Visualized learning situation analysis platform
图 6. 可视化学情分析平台

课程结束后，教学团队组织学生对思政效果进行评价，包括总体认可度、科学精神、辩证思维、家国情怀、专业自信和责任担当等。下发问卷 129 份，收回有效问卷 125 份。统计结果表明，大部分学生认可课程的思政建设成效，如图 7 所示。此外，90%以上的学生认为通过融入思政元素，坚定了科技强国和专业自信的理想信念，强化了“功成不必在我”的精神境界和“功成必定有我”的责任担当。

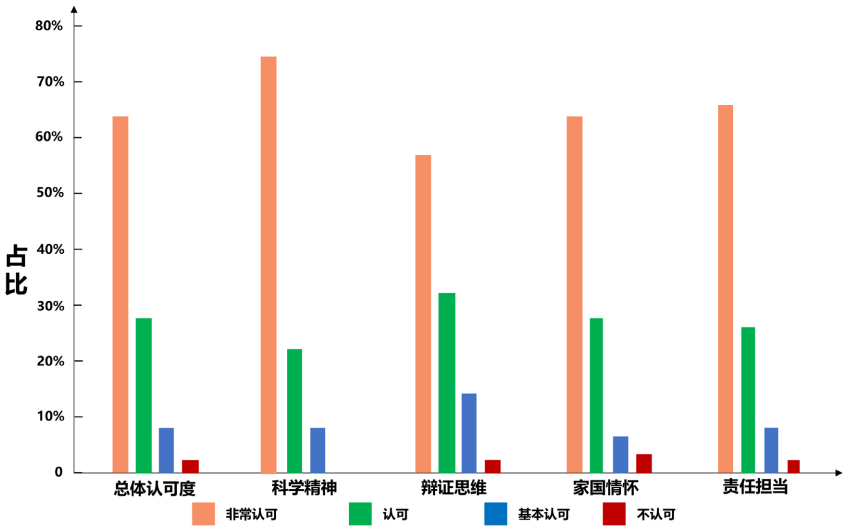


Figure 7. Questionnaire on the effectiveness of ideological and political education
图 7. 思政效果问卷调查

教学实践表明,将知识图谱和思政元素通过多元立体的方式融入“四学一体”的混合式“通信原理”课程后,学生学习目标更加明确,自主学习意识明显提高,辩证思维和探究精神显著增强。学生参与线上交流互动的频率和质量、线下翻转课堂的主动性和参与度、形成性和终结性考核成绩都较以往有很大提高(如图 8 所示)。

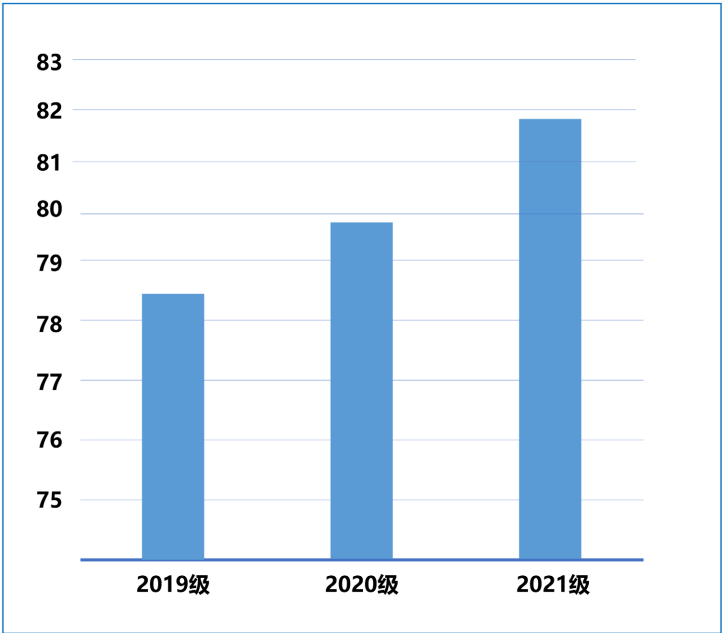


Figure 8. Average scores of the “Communications Principles” course for three consecutive cohorts of students in the major of Optoelectronic Information Science and Engineering
图 8. 光电信息科学与工程三届“通信原理”课程平均分

从课程最终考核结果看,基于知识图谱的混合式教学班无论是优秀率还是及格率都高于传统教学班,取得了较好的教学效果。图 9 给出了传统教学班与混合式教学班期末终结性考核成绩分布情况。

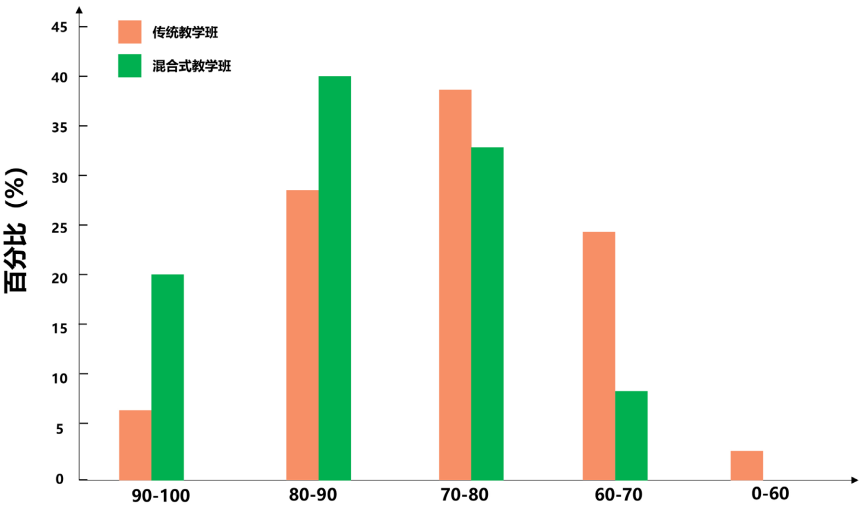


Figure 9. Exam score distribution of two consecutive teaching classes
图 9. 两届教学班的考试成绩分布

这一系列措施的实施,不仅使学生的专业知识掌握程度得到显著提高,同时他们的思政素养也获得了显著提升。具体成效体现在:学生们更加积极地关注国家的发展动态和社会进步,在学习过程中更加注重团队合作与相互协作,在实践活动中也更加重视工程伦理和社会责任的担当。这些变化使得学生的综合素质得到了全面提高,在光电设计竞赛以及机器人大赛中屡获佳绩。

5. 结语

基于知识图谱的“通信原理”“四学一体”混合式教学模式,通过课前自学、课堂共学、课后伸学和实践验学四个阶段的有机结合,为学生提供了全面、系统、个性化的学习路径。知识图谱的引入,不仅使课程知识更加结构化、系统化,还实现了学习资源的有效链接和智能推荐,提高了教学质量和学习效率。借助这一模式,学生能够更全面地领悟“通信原理”的基础知识及核心技能,同时促进创新思维与实践能力的提升。同时,教师也能够更加精准地了解学生的学习情况,及时调整教学策略,实现因材施教的教学目标。

基金项目

郑州市高等教育教学改革研究与实践项目(课程思政)(2024 KCSZ 010)、郑州师范学院线上线下混合式一流课程建设项目(XSXXHHSYLKC221958)、郑州师范学院教学质量工程项目(JXGGYB-232373, JXGG-211567)、郑州师范学院数智化课程建设项目(SZHKC-0001242942)。

参考文献

- [1] 沙楠,郭明喜,高媛媛,等.线上线下混合式教学模式探索与实践——以“通信原理”课程为例[J].高等教育研究学报,2022,45(4):69-72.
- [2] 陈玉玲,刘莹,李磊.基于线上线下混合式学习通信原理课程教学研究与实践[J].电脑知识与技术,2021,17(14):89-90.
- [3] 周芳芳,郑兰荣,卢林明.超星知识图谱在病理学混合式教学模式的构建及应用分析[J].右江民族医学院学报,2024,46(4):626-631.
- [4] 徐星,鄢睿丞,柳懿.基于知识图谱的混合式教学模式研究——以“电路”课程为例[J].教育教学论坛,2023(38):71-74.
- [5] 冯焕华,任博.基于知识图谱的混合学习研究现状分析[J].中国教育信息化,2017(3):4-8.
- [6] 中华人民共和国中央人民政府国务院.关于印发新一代人工智能规划的通知:国发35号[EB/OL].2017-07-20.
https://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07-20/content_5211996.htm,2024-07-19.
- [7] 中华人民共和国中央人民政府教育部.教育部关于发布《教师数字素养》教育行业标准的通知:教科信函[2022]58号[EB/OL].2022-11-30.
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/202302/t20230214_1044634.html,2024-07-19.
- [8] 马英杰,杨亚涛,肖嵩,等.基于知识图谱的通信原理课程思政智慧教育体系构建[J].高教学刊,2025(18):90-93.
- [9] 颜慧.混合式教学中课程知识图谱的构建与应用研究[J].电脑知识与技术,2024,20(2):175-177.
- [10] 樊昌信,曹丽娜.通信原理[M].北京:国防工业出版社,2021.
- [11] 武爽,张成梁,韩青,等.机械制图课程知识图谱的构建及其在混合式教学中的应用[C]//山东颗粒学会.2024山东颗粒学会年会论文集.2024:106-109.
- [12] 姚建红,刘继承,高琳琳,李铭迪,叶甜.基于知识图谱的汽车电工电子技术混合式教学模式的探索与实践[J].常熟理工学院学报,2024,38(5):121-124.