

基于知识图谱的智能航海专业“跨学科 + 产教融合”课程体系建设研究

周菊枚*, 张远强, 李坤泽

宁波大学海运学院, 浙江 宁波

收稿日期: 2026年7月10日; 录用日期: 2026年8月13日; 发布日期: 2026年8月20日

摘 要

随着智能船舶不断发展, 未来船员人才结构将出现重大调整, 然而传统航海教育存在学科割裂、理论实践脱节等问题, 不能满足未来智能航运人才培养需求。本文依托知识图谱技术梳理了多个领域课程知识点关联关系, 基于多源数据完成实体、关系抽取与知识融合, 搭建航海专业知识图谱, 构建了通识打底 - 交叉基础 - 双轨核心 - 产教实训 - 前沿拓展五层阶梯式跨学科与产教深度双融合课程体系。结合院校现有课程开展实证对比, 剖析了现行培养短板, 可为智能航海专业人才培养方案修订提供参考。

关键词

智能航海, 知识图谱, 跨学科, 产教融合, 课程体系

Research on Curriculum System Construction of Intelligent Navigation Major Based on Knowledge Graph from the Perspective of “Interdisciplinary and Industry-Education Integration”

Jumei Zhou*, Yuanqiang Zhang, Kunze Li

Faculty of Maritime and Transportation, Ningbo University, Ningbo Zhejiang

Received: July 10, 2026; accepted: August 13, 2026; published: August 19, 2026

*通讯作者。

文章引用: 周菊枚, 张远强, 李坤泽. 基于知识图谱的智能航海专业“跨学科 + 产教融合”课程体系建设研究[J]. 教育进展, 2026, 16(8): 840-847. DOI: 10.12677/ae.2026.1681700

Abstract

In response to policy requirements for intelligent shipping development and high-quality seafarer training, this paper addresses the problems of isolated disciplines and disconnection between theoretical teaching and practical training in traditional navigation education. With the aid of knowledge graph technology, the correlations among multidisciplinary curriculum knowledge points are sorted out, and a standardized knowledge graph for navigation major is constructed via entity and relation extraction as well as knowledge fusion based on multi-source industrial data. On this basis, a five-tier progressive curriculum system consisting of general basic courses, interdisciplinary basic courses, dual-track core courses, industry-education integrated practical training and cutting-edge expanding courses is established to realize in-depth integration of interdisciplinary education and industry-education cooperation. Through empirical comparison with the existing curriculum of colleges, the deficiencies of current training modes are analyzed, providing references for the revision of talent cultivation plans and curriculum reform of intelligent navigation majors.

Keywords

Intelligent Navigation, Knowledge Graph, Interdisciplinary Integration, Industry-Education Integration, Curriculum System

Copyright © 2026 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

由工业和信息化部、交通运输部、国防科工局三部委发布的《智能船舶发展行动计划（2019-2021年）》[1]指出，加快人才培养是推动智能船舶发展的保障措施之一。2021年交通运输部会同教育部、财政部等部门共同发布了《关于加强高素质船员队伍建设的指导意见》[2]，这一指导意见强调了提升船员职业素养，优化船员培养模式，深化产教融合，鼓励校企合作，优化课程设计和人才培养方案，注重适应航运新业态需求和发展的学科专业建设。在此背景下，研究和谋划今后船员的人才结构、培养模式和职业发展，及早适应智能航运的发展，才能为船员职业的生命力续航，提升我国航运国际竞争力。

智能航运是囊括多领域、跨学科技术的复杂工程，融合了航运要素与云计算、大数据、人工智能、物联网、数字孪生等数字高新技术。2017年，李天敏等人[3]就指出了未来中国创新型航运人才需要实施跨学科合作的培养模式。为适应新时代船员管理的变化，航海类院校应探索培养既懂传统船舶船载系统操纵与维护，又具备网络与通信、船联网技术、网络安全与信息安全、数字化技术等专业知识与技能，能够从事智能船舶远程操控、故障诊断、应急处置等通用型、复合型高端精英航海人才[4]。同时，海上航运业作为一个高度专业化、实践性强的行业，对人才的需求不仅要求具备扎实的理论知识，更要求具备丰富的实践经验和良好的职业素养[5]。因此，通过跨学科融合与深化产教融合，可以有效提升航海教育应用型人才培养质量，为智能航运业的可持续发展提供有力的人才保障。

随着船舶智能化进程提速，传统的单一职能模块教学模式，跨学科、跨专业融合度不够，难以适应新时代智能船舶知识和技能及数字化和通信技术应用技能的要求[6]。考虑跨学科与产教双融合，构建紧

密的课程关系，打造多融合的前沿课程体系尤为重要。知识图谱以可视化的形式厘清知识、问题和能力之间的映射关系，创建合理清晰的知识网络，不仅有助于跨学科与产教融合向正确的方向推进，而且有利于智能航海人才培养模式的改革创新。

2. 国内外研究现状

2.1. 智能航运人才培养对跨学科和产教融合需求研究

加强复合型、应用型智能航海人才培养是智能航运发展主要任务之一。王捷等人[7]分析了智能航运发展对船员职业的影响以及智能航运整体人才需求，提出一些跨学科的知识需求，如信息感知、网络与通信、网络安全与信息安全、船联网技术、数据管理与应用、云端分析与控制、数字孪生等；针对新岗位提出新的职业技能，如岸基操控能力、远程故障诊断、应急情况决策处理能力等。王峰等人[8]提出了“三融合、三贯通”智能航海人才培养体系，通过课程与证书的融合、产教融合、校企协同，以及重视理论与实践相结合的教学方法。覃志居等人[9]，结合北部湾大学航海教育现状，构建“三明治”航海人才培养模式，提出打破传统理论与实践脱节的教学弊端，采用理论教学 - 企业实践 - 返校提升分段递进的培养逻辑，将校内课堂知识讲授、船舶岗位实景实训、高阶能力复盘深造有机融合。武汉船舶职业技术学院也采用“三明治”人才培养模式，对学生进行分层分类培养适应船舶智能化发展的“新航海人”。

为适应新时代创新发展需求，2018年教育部、财政部、国家发展改革委联合印发的《关于高等学校加快“双一流”建设的指导意见》[10]指出，探索跨学科、跨专业交叉培养人才机制。张洪波等[11]立足新工科改革要求，围绕跨学科交叉、产教协同两大方向，系统剖析传统育人模式学科割裂、校企合作浅层化短板，搭建了跨学科 + 产教双融合一体化人才培养框架，从跨学科课程集群重构、校企共建实训平台、过程化质量管控三个层面细化落地路径，为复合型工程人才改革提供参考。推进多学科交叉融合、产教融合及创新教育，是提升学生的赋能应用能力和创新能力的有效途径。

2.2. 知识图谱研究

知识图谱是 Google 基于本体论、图理论等相关基础学科而提出的概念，它采用知识获取、知识整合、知识处理等技术将非结构化和半结构化知识组织起来，形成复杂的语义网络，存储并可视化知识。知识图谱将复杂网络中的信息用<实体，关系，实体>三元组等更加结构化的方式进行描述，呈现出图结构的网状有向图。一般以知识点为核心的构造方式最为普遍，将课程或者课群的知识点提取出来作为实体，使用“前置”“后置”和“包含”等谓词作为关系[12]。高校有研究者将课程知识点提取出来，建立课程知识图谱，如移动程序设计[13]、微积分[14]等；有研究者建立了囊括课程体系的大型知识图谱，如文献[15]建立了覆盖计算机学科 2000 多个知识点的图谱，能够实施微课教学、考核评估、学习资源推荐等。还有研究者开始关注学习者的能力培养，将学习者的认知状态和对知识点的掌握程度与知识图谱相结合，建立了知识、问题和能力之间的映射关系，并将其应用于智能课堂。可视化的学科知识图谱将为学生呈现整个学科的“知识地图”，学生能够更加直观地了解学科的整体结构，了解每个知识点的重要程度和知识点之间的关系，从而有目的和针对性地规划自己的学习路径[16]。学科知识图谱可创建合理清晰的跨专业多学科课程体系，助力高校教育教学走向智慧化、个性化以及多专业的融合发展。刘莹等人[17]探索了基于知识图谱的汇编语言程序设计课程教学方法，将知识点的重要程度和学习难度作为属性，构建知识图谱，形成可关联性查询的知识网络。

3. 航海专业知识图谱架构模式与构建过程

航海技术专业知识图谱能够为本校人才培养方案修订、课程优化提供数据支撑，本文结合日常授课、

校企合作积攒的行业资料，分步搭建图谱，整体流程分为数据归集、知识提取、融合加工、迭代优化五步，见图 1。

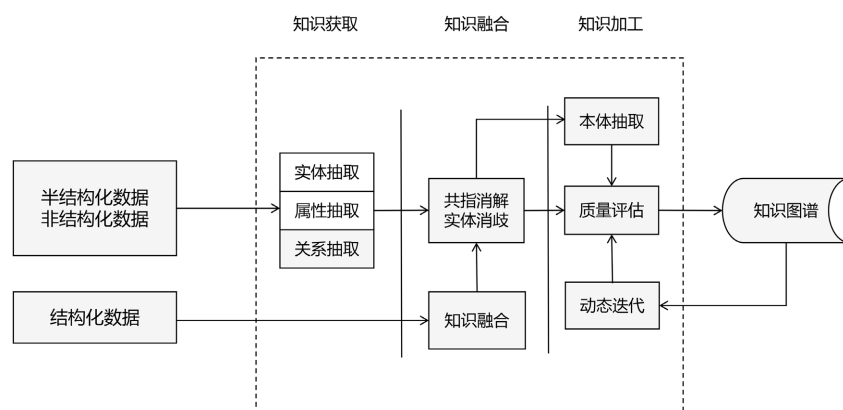


Figure 1. The construction flow of marine technology knowledge graph

图 1. 航海技术专业知识的构建流程

(1) 航海技术专业数据来源

素材选取优先选用海事现行规范、主流教材与一线企业实操资料，贴合本科教学实际，兼顾船员考证刚需与智能航运新技术内容。资料划分为五大类别，包含传统航海专业核心教材、SOLAS、MARPOL、STCW 等海事国际公约原文及解读资料、中国海事局行业规范与中国船级社船舶操作标准；船舶智能化技术研究文献、智能船舶改造标准及导航感知通信技术规范，涵盖中国船舶集团、招商局集团等龙头企业的智能船舶技术手册、系统操作指南与船岸智能调度实操资料，以及海事 AI 融合应用、智能模拟器操作、GNSS/INS 组合导航、Python 与 C++航海编程应用相关资料；高等数学、线性代数、程序设计等跨学科基础教材，以及数学、计算机技术与航海领域结合的交叉学术研究成果；MASS 智能海事法规、海事工控与船舶数据安全规范、IMO 官方决议解读及海洋环保、工程伦理、航海职业规划相关资料；校内航海实训记录、课程与毕业设计资料、智能航运实训平台教学资源，以及智能船舶企业顶岗实习素材、校企联合科研成果、智能设备运维调试记录、本科人才培养方案、智能航运行业报告与卓越工程师 2.0 培养实践资料。资料格式涵盖教材目录等结构化内容、法规手册半结构化文本以及实操日志、期刊论文等非结构化资料，后续根据行业新规与课程改版逐年增补内容。

(2) 航海专业知识的抽取

结合航海课程授课经验拆分实体、关联关系与属性信息，采用实体 - 关联 - 属性的存储形式。实体划分基础学科、传统专业、智能技术、实训四类，关联常用包含、支撑、应用、前置等逻辑关系。实体识别结合航海专用名词词典人工筛选关键词，辅以 BiLSTM-CRF 模型抓取手册、日志中的专业名词，细化 ARPA、VDR 等小众航海设备词条；关系提取依靠专业授课逻辑约束模型结果，人工修正编程课程支撑智能算法这类跨学科关联；属性信息结构化内容依靠关键词筛选，零散实训资料通过序列标注提取参数、实训场景等属性内容，减少机器识别误差。

(3) 航海专业知识的融合

针对多源资料名称不统一问题开展消重处理，如 ECDIS 与电子海图合并为同一词条，补齐网络安全和船舶数据管控等遗漏关联。使用 Excel、Python 完成基础数据整理，Neo4j 实现数据入库存储，借助标注工具初步校准内容。最终邀约我院专任教师、合作航运企业技术人员共同审核内容，保证图谱内容适配课堂教学与企业岗位要求。

(4) 航海技术专业专业知识加工

利用 Protégé 搭建本体框架, 结合五层课程体系搭建层级化图谱架构, 标注各知识点对应课程与资料来源。搭建完成后投入课堂授课、课程设计、校企科研试用, 从一线教学场景收集内容漏洞。质量评判采用专家人工核查结合量化指标的方式, 依托 F1、精确率等参数检验抽取效果, 同步测试图谱检索便捷度。图谱并非一次性定稿, 伴随 5G 船岸通信、自主航行法规更新以及本校培养方案修订持续补充新知识, 删除淘汰技术内容, 依托增量学习实现长效动态更新, 形成从搭建、落地使用到迭代优化的闭环。

整个流程以“本科培养需求”为导向, 以“多源数据”为基础, 以“跨学科融合”、“产教融合”为特色, 每个阶段均衔接前期梳理的课程体系、数据来源、学科关联及知识获取内容, 形成“前期准备 - 数据处理 - 知识抽取 - 知识融合 - 图谱构建 - 应用迭代”的完整闭环, 既符合通用知识图谱的构建逻辑, 又突出航海技术专业的实操性、合规性与智能船舶背景的特色, 所得图谱可直接用于我院课程梳理、实训内容优化。

4. 基于知识图谱的智能航海专业课程体系构建

在智能航运时代背景下, 航海技术专业人才培养需紧扣海洋国家建设、航运安全保障、绿色低碳航运、船员培育等思政育人内核, 前瞻布局远程驾控、智能船舶调试、船舶数字孪生等新兴智能航运核心岗位; 围绕基础工程素养、传统航海实操、智能装备运维、跨学科创新研发、海事法规合规等五大能力维度构建分层培养体系。图 2 是基于“多源数据”的知识图谱驱动下, 考虑“跨学科 + 产教融合”所构建的航海专业课程体系, 包括通识数理基础→学科交叉基础→专业核心双轨(传统 + 智能)→跨学科产教实训→拓展微专业五层架构。



Figure 2. Curriculum system framework of “Interdisciplinarity + Industry-Education Integration” for undergraduate marine technology major

图 2. 航海技术本科专业“跨学科 + 产教融合”课程体系架构

第一层为通识数理基础模块,该模块分为数理科学基础、工程工具基础、通用素养基础三大板块。数理类课程包括高等工程数学、大学物理等,为了满足智能算法、船舶力学计算学习需要;工程工具类覆盖工程制图、力学、计算机基础与 Python 程序设计,衔接智能船舶数字化设计、软件编程基础;人文素养板块融合外语、思政、海洋国策、船员职业规范,兼顾船员适任证书法规要求与海洋国家思政育人目标,为后续跨学科、智能化课程搭建通用知识底座。

第二层为多学科交叉基础模块,打破传统航海、自动化、海洋信息、海事法规的学科壁垒,是从传统航海迈向智能航海的关键过渡课程。智能航运系统导论需要宏观讲授智能船舶架构、岸基驾控、航运产业链,满足智能航运新兴岗位。船舶工程控制基础包括自动控制、传感检测、船舶运动控制,对接船舶自动驾驶硬件原理。海洋信息与大数据围绕海洋遥感、时空航运数据挖掘,支撑船舶智能环境感知学习。海事智能合规基础依托国际海事公约与 MASS 自主船规范,实现智能船舶合规法治化教学。该层实现传统航海→智能化技术的知识平滑过渡,落实跨学科融合育人。

第三层为专业核心双轨模块(“传统航海+智能航海双轨并行”)。课程采用传统航海知识库+智能航海知识库双轨并行架构,兼顾现行船员适任上岗需求与未来智能航运新技术发展,是专业课程体系的核心主体。传统航海核心知识体系仍保留天文航海、船舶操纵避碰、货运、船舶值班等传统主干课,对标 STCW 船员适任考试、SOLAS/MARPOL 国际海事公约,保障学生满足现行商船持证上岗硬性要求;智能航海核心知识体系新增船舶机器视觉、海事 AI、船联网、数字孪生、自主航行技术等前沿内容,匹配智能船舶、无人航运岗位新技术需求。海事安全与管理体系围绕国际避碰规则、SMS 安全管理、海事风险评估,夯实全生命周期船舶安全管控能力。双轨模式破解“只懂传统航海不懂智能化、只懂自动化不懂航海实务”的人才短板,契合产教双融合人才培养定位。

第四层为产教融合跨学科综合实训模块。分为基础实操、虚拟仿真实训、校企项目、企业顶岗四类,是理论落地实操的关键环节。基础航海实操包括航海仪器、海图、GMDSS 通信等传统船上实操训练;智能船舶虚拟仿真实训依托 ECDIS、ARPA 雷达、船舶数字孪生仿真平台,开展全任务智能航行模拟;校企协同项目实训联合航运企业落地航线优化、智能避碰、设备故障大数据诊断等真实工程项目;企业顶岗+毕业设计,航运企业在岗实习+智能航海方向定制化毕业设计。依托校企资源打通课堂与职场,落实产教融合育人、“三明治”分段培养模式。

第五层为跨学科智能技术拓展模块。作为智能航海专业课程体系的高阶延伸层,聚焦智能船舶领域前沿交叉技术与未来发展方向,围绕智能感知与高精度导航、智能决策与自主控制、船岸智能互联与系统集成三大方向构建进阶知识体系。模块深度融合多源航行信息融合、GNSS/INS 组合导航、雷达与 AIS 智能感知、海上目标识别、复杂海域环境感知等导航感知技术,覆盖海事机器学习与深度学习、船舶运动智能控制、动态航线智能规划、复杂水域智能避碰决策、自主航行系统建模等智能决策方法,并延伸至船舶物联网与数据传输、5G/卫星岸基通信、智能船舶系统集成、船舶数据平台搭建、远程驾控系统运维、航运智能化系统应用等船岸互联技术。通过跨学科知识的融合拓展,着力培养学生面向智能航运未来场景的复杂问题解决能力、前沿技术应用能力与系统集成创新能力,助力学生在智能船舶研发、智能航运运营、海事智能监管等领域形成差异化技术优势,为行业输送具备前瞻性视野与跨学科创新素养的复合型高端人才。

5. 课程体系建设实践与差距分析

以我校航海专业课程体系建设实践为例,通识课程平台包括人文社会科学类通识教育课程(包括思政教育、心理健康教育、职业素养与船员规范等)、数学与自然科学类课程(包括高等数学、线性代数、概率论、大学物理、力学、运筹学等)、工程基础类课程(包括工程图学基础、Python 程序设计等),其中考虑

增强航海学生抗压抗挫能力,新增了心理健康教育;考虑船舶日趋大型化、现代化和智慧航海的日新月异和适应智能航运的前瞻发展,新增了 Python 程序设计。这一平台基本符合五层架构体系的通识数理基础模块。

为扎实推进我校“新工科”、“新文科”、“新医科”、“新农科”建设,学校持续深化本科教学改革,拓宽学生跨学科贯通知识的获取途径和跨学科整合学习能力的提升途径,组织非相近学科教师组成教学团队,开展跨学科人才培养研究,并开设跨学科选修新课程。为适应船舶更智能、设备更先进的行业新发展,跨学科交叉课程新增了工业工程与管理、思维与人工智能等。随着智能船舶阶段的升级以及跨学科课程建设,后续需进一步细分到岸基架控体系,船舶工程控制基础、海事智能合规方面等具体交叉知识节点。

我校航海专业核心传统课程已比较完善,包括航海英语、航海学、船舶值班与避碰、船舶操纵、海上货物运输、船舶安全与管理、航海气象学与海洋学、船舶结构与设备、航海仪器、GMDSS 通信设备与业务等。近年,为深入贯彻落实国家关于推进教育现代化战略部署,加快人工智能在高等教育领域的创新应用,实现信息技术与教育教学深度融合,提高我校本科课程建设质量,助力专业数智化转型,提升人才培养质量,学校开展了人工智能+课程建设工作。包括人工智能通识课程和人工智能+专业课程建设。将人工智能技术与各学科专业相融合,引导学生了解人工智能研究与应用的前沿与趋势,培养具有科学思维、专业知识的人工智能理论与技术的创造者和发明者,强调深度与专业性视角。航海专业目前开设的智能课程包括航海智能化、海上智能交通工程等,该课程涵盖内容丰富,但目前主要是以了解程度为要求。后续将进一步细化课程,并要求升级到掌握智能核心技术。

跨学科产教实训在原有校内实操实训、虚拟仿真模拟器实训、校外实习以及产教融合人才培养基地的基础上,邀请航运公司船长、海事监管官员、引航操纵专家等为学生授课,实现真正的产教融合。但是船案协同智能监控项目,岸基远程驾控中心实训、智能船舶运维岗位实习等还有待建设。

跨学科智能技术拓展模块,主要面向学有余力、有深造或定向就业需求的学生,作为其专业能力的高阶延伸与个性化发展平台。模块以科研训练与学科竞赛为重要抓手,依托智能船舶领域前沿课题,指导学生参与高水平科创赛事与项目研发,例如在“挑战杯”大学生课外学术科技作品竞赛“人工智能+”专项赛中,开展“智泊引航——一种基于航海信息采集与智能决策的船舶智能引航避碰系统”项目研究;在国际大学生创新大赛中推进“船舶智能避碰引航辅助系统的研发与应用”等课题实践。通过项目式学习与竞赛驱动,引导学生将跨学科知识转化为解决智能航运复杂工程问题的创新能力,为其后续深造、高端岗位就业及行业创新发展筑牢差异化竞争优势。后续将逐步扩大模块覆盖范围,为更多学生提供接触前沿技术、参与科研创新的平台,助力智能航海领域创新人才的规模化培养。

6. 结论

随着智能航运快速发展,以及在国家加强高素质船员队伍建设的政策背景下,本文剖析了传统航海教育存在学科边界割裂、课程逻辑松散、理论教学与产业实操脱节等突出问题;融合了传统航海专业领域,智能船舶技术领域,跨学科交叉领域,海事法规与标准领域,产教融合实践领域等多源数据,以知识图谱为技术支撑,完成了航海知识实体抽取、关系梳理与知识融合,构建起系统化的航海专业知识图谱。然后依托图谱呈现的知识点内在关联,搭建了由通识数理基础、多学科交叉基础、双轨专业核心、产教综合实训、前沿技术拓展构成的五层阶梯式课程体系,在架构设计上兼顾船员持证上岗的现实需求与智能航运新兴岗位的人才要求,真正落实跨学科融合与产教深度融合的改革目标。

结合宁波大学海运学院航海专业现有课程开展对标分析后发现,现阶段专业存在智能化课程还不够具体和深入;跨学科课程建设刚起步,内容还要不断更新;校企实景实训项目建设滞后等问题。本文构

建的课程体系依托知识逻辑串联各教学环节,弥补了原有课程碎片化弊端,可为同类本科院校优化航海人才培养方案、开展课程重构提供思路与参考。后续研究将持续跟踪智能船舶法规与行业技术更新,动态迭代完善专业知识图谱,依托校企合作项目积累育人数据,持续优化各层级课程内容与实训项目,不断完善智能航海复合型人才路径。

基金项目

中国交通教育研究会 2024~2026 年度教育科学研究一般课题:“基于跨学科和产教‘双融合’的智能航运时代新型航海人才培养模式研究”(JT2024YB118)。

参考文献

- [1] 工业和信息化部,交通运输部,国家国防科技工业局. 智能船舶发展行动计划(2019-2021 年) [R]. 工信部联装(2018)288 号,2018. https://www.miit.gov.cn/jgsj/zbes/gzdt/art/2020/art_93dbbf0ad8b440a0aceac802b69e4d13.html, 2026-08-17.
- [2] 交通运输部 教育部 财政部 人力资源和社会保障部 退役军人事务部 中华全国总工会关于加强高素质船员队伍建设的指导意见[EB/OL]. https://xxgk.mot.gov.cn/jigou/haishi/202105/t20210507_3586585.html, 2021. 2026-08-17.
- [3] 李天敏,方神州. 跨学科合作的创新型航运人才培养模式实施保障和评估[J]. 中国市场, 2017(35): 124-125.
- [4] 俞毅. 智能航运背景下智能航海保障发展初探[J]. 交通运输部管理干部学院学报, 2019, 29(2): 12-15.
- [5] 马强,王波,郭俊杰,等. 产教融合提升航海教育应用型人才培养质量的路径研究[J]. 珠江水运, 2024(7): 76-80.
- [6] 翁石光. 新时代航海人才培养对策探究[J]. 江苏航运职业技术学院学报, 2023, 22(2): 76-81.
- [7] 王捷,赵思重阳,周超杰. 智能航运时代航海人才培养新策略[J]. 航海教育研究, 2021, 38(3): 1-5.
- [8] 王峰,李雪婧,张建设,等. “三融合、三贯通”智能航海人才培养体系探索与实践[J]. 武汉船舶职业技术学院学报, 2024, 23(3): 72-77.
- [9] 覃志居,王丹,田五六,等. 航海类专业“三明治”人才培养模式改革与对策研究[J]. 珠江水运, 2022(15): 61-63.
- [10] 教育部 财政部 发展改革委印发《关于高等学校加快“双一流”建设的指导意见》的通知[EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content_5443460.htm, 2026-08-17.
- [11] 张洪波,徐久财,刘爽,等. 跨学科和产教“双融合”育人的人才培养模式研究——以建筑类专业为例[J]. 高等建筑教育, 2025, 34(3): 54-61.
- [12] 杨泽森,田秀霞. 基于知识图谱的 C++课程教辅工具设计与应用[J]. 计算机教育, 2021(8): 161-165.
- [13] 侯霞,郝保水,崔展齐. 基于 COOC 和知识图谱的在线教学资源建设新模式[J]. 计算机教育, 2019(3): 89-97.
- [14] 涂建华,肖珺怡,姜广峰. 构建微积分知识图谱助推一流课程建设[J]. 中国大学教学, 2020(11): 33-37.
- [15] 张勇,杨进才. 基于学科知识图谱的高校教学模式研究[J]. 计算机教育, 2021(6): 141-144.
- [16] 万聪,王聪,徐长明. 工程教育认证背景下以动态知识图谱为核心的高校教学模式探究[J]. 软件导刊, 2023, 22(7): 158-163.
- [17] 刘莹,张晓红,信俊昌,等. 基于知识图谱的汇编语言程序设计课程教学方法探索[J]. 高教学刊, 2022, 8(33): 86-89.