

AI 赋能的海洋特色 C++ 程序设计课程教学探索

李辉 万俊贺 于振 刘海林 刘洪宁

齐鲁工业大学（山东省科学院）海洋技术科学学部，山东 青岛 266399

[摘要]在人工智能技术迅猛发展与海洋强国战略深入实施的双重背景下，高校计算机相关专业的 C++ 程序设计课程面临着既要强化学生编程基础，又要对接海洋领域应用需求、融入 AI 技术的改革挑战。文章针对传统 C++ 程序设计课程教学中存在的内容脱离行业实际、教学方法单一、实践环节薄弱等问题，提出了以开源 MOOS 架构水下机器人项目为核心实践载体的 AI 赋能海洋特色教学改革方案。通过重构“基础理论-专项编程-综合创新”三级课程体系，创新“AI+项目驱动”教学模式，实现编程基础、AI 技术与海洋工程应用的深度融合。教学实践表明，该方案有效提升了学生的编程能力、AI 应用素养与水下机器人系统开发实践能力，为海洋领域复合型人才培养提供了可行路径。

[关键词]AI 赋能；海洋特色；C++ 程序设计；教学改革

DOI: 10.33142/fme.v6i11.18414

中图分类号: G642

文献标识码: A

Exploration on Teaching C++ Programming Course with Maritime Characteristics Empowered by AI

LI Hui, WAN Junhe, YU Zhen, LIU Hailin, LIU Hongning

Department of Marine Technology Science, Qilu University of Technology, Qingdao, Shandong, 266399, China

Abstract: Under the dual background of the rapid development of artificial intelligence (AI) technology and the in-depth implementation of the maritime power strategy, the C++ Programming course for computer-related majors in colleges and universities is facing the reform challenge of not only strengthening students' programming foundation but also aligning with the application needs of the marine field and integrating AI technology. Addressing the problems existing in the teaching of traditional C++ Programming courses, such as the disconnection between content and industry practice, a single teaching method, and weak practical links, this paper proposes an AI-empowered marine characteristic teaching reform plan with the open-source MOOS (Mission Oriented Operating Suite) architecture-based underwater robot project as the core practical carrier. By reconstructing the three-level curriculum system of "basic theory-specialized programming-comprehensive innovation" and innovating the "AI+project-driven" teaching mode, the in-depth integration of programming foundation, AI technology and marine engineering application is realized. Teaching practice shows that this plan has effectively improved students' programming ability, AI application literacy and practical ability in underwater robot system development, providing a feasible path for the cultivation of compound talents in the marine field.

Keywords: AI-empowered; marine characteristics; C++ Programming; teaching reform

引言

C++ 程序设计作为高校计算机类、电子信息类、测控技术与仪器类、海洋技术类等专业的核心基础课程^[1]，是培养学生逻辑思维、编程实践与问题解决能力的关键载体。随着人工智能（AI）技术在海洋工程领域的深度应用（如水下机器人自主导航、海洋环境智能感知），以及我国海洋强国战略对复合型人才的迫切需求，传统 C++ 课程“重语法、轻应用”“缺特色、无 AI”的弊端日益凸显。

水下机器人作为海洋资源勘探、环境监测、工程作业的核心装备，其开发涉及 C++ 编程、AI 算法、海洋工程等多领域知识，而开源 MOOS (Mission Oriented Operating Suite) 架构以其模块化、分布式特性，已成为水下机器人开发的主流平台。将 MOOS 架构水下机器人项目融入 C++ 课程，结合 AI 技术赋能教学，既能解决传统课程与行业实际脱节的问题，又能培养学生的跨领域应用能力，

具有重要的实践价值^[2]。

1 国内外研究现状

国内高校在海洋强国战略驱动下，正加速推进 AI 与海洋学科的深度融合。中国海洋大学通过实施“1246”数智赋能升级行动，将 AI 技术深度融入海洋科学、水产、海洋工程等六大领域，构建了“知识传授+智识赋能”的双轨体系。例如，其水产养殖学专业通过搭建“智渔”智能教学平台，将 AI 算法应用于水质监测、病害预测等场景，形成“专业图谱+问题图谱”的复合型人才培养模式。青岛黄海学院智能海洋工程技术团队则聚焦海洋装备制造与检测，通过“导师制+项目化”模式，联合培养工业智能方向学生，攻克深海工程装备可靠性制造等“卡脖子”技术，相关成果发表于《International Journal of Fatigue》等国际顶级期刊。此外，上海海洋大学依托自贸区临港新片区政策红利，与中远海运共建产业学院，将 C++ 编程与海洋大数据分析、智能船

舶控制等产业需求对接，形成“教育-技术-产业”闭环。

国际上，AI 赋能海洋教育的研究更侧重技术驱动与跨学科融合。美国麻省理工学院（MIT）通过“海洋大数据与 AI”课程，将 C++ 编程与海洋环境建模、卫星遥感数据解析结合，培养学生利用 AI 算法处理多源海洋数据的能力。挪威科技大学(NTNU)则聚焦海洋机器人领域，开设“C++与自主水下航行器（AUV）控制”课程，通过模拟深海探测任务，训练学生使用 C++ 实现路径规划、避障算法等核心功能。此外，欧盟“蓝色增长”计划支持下的“AI4Oceans”项目，联合多国高校开发了海洋生态监测 AI 工具包，提供 C++ 接口供学生二次开发，推动 AI 技术在海洋污染监测、物种识别等场景的应用。

2 传统 C++ 程序设计课程教学存在的问题与改革必要性

传统课程以语法知识（变量、指针、类与对象等）为主^[3]，案例多为计算器、学生管理系统等通用场景，未涉及水下机器人、海洋传感器等海洋工程核心载体，与 MOOS 架构等行业主流技术脱节，难以激发学生兴趣。课程未涵盖 AI 辅助编程、智能算法（如路径规划、目标识别）等内容，学生无法掌握 AI 与 C++ 编程的结合方法，难以适应水下机器人自主化、智能化的发展趋势。实践多为验证性编程练习，无复杂工程项目训练，学生不了解 MOOS 架构的模块化开发流程，缺乏系统设计、代码实现、调试优化的完整工程经验。以期末考试为主的评价方式，侧重语法知识考核，忽视对学生工程实践、AI 应用、团队协作等能力的评价。

海洋强国建设需要大量掌握 C++ 编程、MOOS 架构、AI 技术的水下机器人开发人才，课程改革可直接对接行业需求。一方面，以 MOOS 水下机器人项目为载体，能为学生提供“从模块开发到系统集成”的完整实践体验，弥补传统课程工程训练不足的缺陷。另一方面，通过融入 AI 辅助编程与智能算法，可提升教学效率，培养学生的 AI 应用素养，符合新时代工程教育改革方向。

新工科建设强调培养学生的跨学科融合能力和创新实践能力。AI 赋能的海洋特色 C++ 程序设计课程通过将 AI 技术、C++ 编程知识与海洋工程实际问题相结合，引导学生从海洋工程需求出发，运用编程技术和 AI 工具解决实际问题，如海洋数据处理、海洋环境监测系统开发、

海洋工程结构仿真等。这不仅能够提升学生的编程实践能力，还能培养学生的跨学科思维和创新能力，为学生未来从事海洋工程相关工作奠定坚实基础。

3 AI 赋能的海洋特色 C++ 课程教学体系构建

3.1 目标与内容

目标：依托基于 MOOS 架构的水下机器人项目探索 AI 赋能海洋特色 C++ 课程教学体系，提升学生编程能力、AI 应用能力与水下机器人开发能力。

内容：①分析传统课程问题与改革必要性；②重构 AI 赋能的海洋特色 C++ 课程教学体系；③创新“AI+MOOS 项目驱动”教学模式；④优化教学评价体系；⑤验证教学实践改革效果。

3.2 课程体系重构

本论文以“AI 赋能、科教融合、双能驱动”为核心，依托水下机器人科研项目，构建 C++ 科教融合教学改革体系，课程内容重构设计如表 1 所示。

表 1 课程内容重构设计

模块	核心内容	学时	关联目标
理论基础模块	C++语法(类与对象、继承多态、模板)、STL 库、模块化编程思想	16	掌握编程基础
AI 应用模块	AI 辅助编程工具（GitHub Copilot、CodeGeeX）、智能算法（A*路径规划、数据拟合预测）、C++与 AI 库集成	10	提升 AI 应用能力
MOOS 基础模块	MOOS 架构原理、开发环境配置、核心 API、模块开发规范	10	理解 MOOS 架构
水下机器人实践模块	基础型(MOOS 模块开发)、综合型(AI+功能集成)、创新型(系统优化与拓展)	12	培养工程实践能力

课程体系设计以 MOOS-Ivp 开源架构为核心，构建“基础理论-专项编程-综合创新”三级课程体系，如图 1 所示。基础理论模块聚焦 C++ 语法与海洋工程基础，嵌入 MOOS-Ivp 架构原理、传感器数据采集标准等内容；专项编程模块设置传感器数据处理（如 IMU 姿态解算）、AI 算法集成（如基于 YOLO 的网衣破损检测模型部署）、运动控制（如 PID）、路径规划（如视线法）等实训单元；综合创新模块依托水下机器人科研项目，设计网箱网衣巡检机器人，实现从代码编写到系统集成与调试的全流程训练。

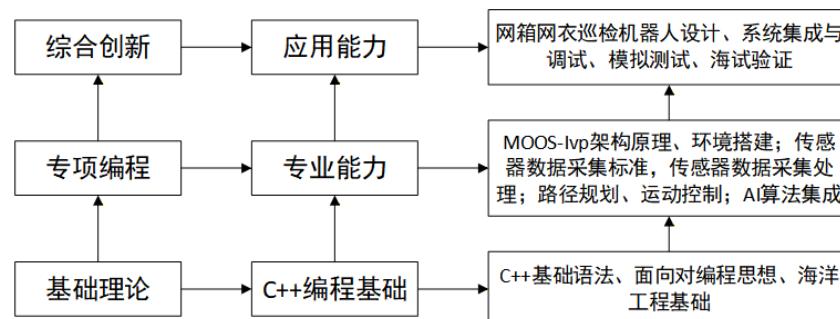


图 1 “基础理论-专项编程-综合创新”三级课程体系

采用“科研反哺教学”机制，将水下机器人科研项目中的实际问题转化为教学案例。例如，在传感器数据处理单元，引入实际海试中 IMU 与 DVL 数据融合定位问题，引导学生通过 C++ 编写卡尔曼滤波算法解决；在 AI 算法集成单元，结合水下图像噪声干扰问题，训练学生优化卷积神经网络结构提升检测精度。开展项目式教学与翻转课堂，学生以小组为单位开展探究式学习，教师聚焦难点答疑与创新点拨。同时，搭建虚拟仿真平台，模拟水下复杂环境，实现算法验证与硬件调试的虚实结合。

3.3 教学模式与方法创新

构建“AI+MOOS 项目驱动”的教学模式，整合线上线下混合式教学、案例教学、探究式教学等方法：

3.3.1 “AI+MOOS 项目驱动”模式

以水下机器人开发为主线，将教学过程分解为“需求分析→模块设计→代码实现→AI 优化→系统集成→测试调试”六个环节。例如，在自主避障导航项目中，学生先通过 MOOS 架构完成基础模块开发，再运用 AI 工具优化代码、实现路径规划算法，最后完成系统联调，全程贯穿 C++、AI、MOOS 的融合应用。

3.3.2 线上线下混合式教学

线上：依托智能化教学平台发布课程视频、学习资料、习题作业等资源，学生可以自主安排学习时间和进度；利用 AI 工具实现智能答疑、代码批改、学情分析等功能，及时解决学生的学习问题。

线下：以案例教学、小组讨论、实践操作等形式为主，针对学生线上学习中存在的共性问题进行重点讲解，引导学生围绕海洋特色实践项目开展合作学习和探究式学习。课堂聚焦重难点（如 MOOS 消息机制、AI 算法原理）讲解、案例分析与项目研讨；实验室开展实践教学，教师现场指 MOOS 环境配置、模块调试与系统集成。

3.3.3 案例教学法

案例教学法由美国哈佛商学院提出，以真实情境或事件作为案例，目的是激发学生兴趣，促进学生主动参与，提高教学效果^[4]。精选具有代表性的海洋特色案例与 AI 应用案例，贯穿整个教学过程。例如，在讲解类与对象知识点时，以“海洋传感器”为案例，设计传感器类，包含数据采集、数据处理、数据传输等成员函数，使学生理解面向对象编程的思想。通过案例教学，将抽象的知识具体化、形象化，帮助学生理解知识的应用场景与价值。

3.3.4 探究式教学法

在创新型项目中，采用“教师提出问题→学生自主探究→团队协作解决→成果展示”的流程。例如，提出“如何通过 AI 算法提升水下机器人导航精度”的问题，学生自主查阅资料，探究卡尔曼滤波、深度学习等算法与 MOOS 的结合方案，教师仅提供必要指导。

4 教学体系评价与应用效果

4.1 教学体系评价

构建“过程性评价+终结性评价+能力导向评价”相结合的多元化课程评价体系，全面反映学生的知识掌握程度、实践能力与综合素质。

4.1.1 过程性评价

过程性评价主要考核学生的日常学习表现，包括：（1）线上学习情况：根据学生在线学习时长、资源浏览完成度、线上测验成绩等进行评价；（2）课堂表现：考核学生的课堂参与度、小组讨论发言情况、案例分析能力等；（3）作业与基础实践：包括语法练习题、基础型实践项目，采用 AI 自动评分与教师人工点评相结合的方式，重点考核学生的编程基础与知识应用能力。

4.1.2 终结性评价

终结性评价以综合型实践项目考核为主，要求学生在规定时间内完成一个融合 C++ 编程与 AI 技术的海洋特色项目（如海洋温度预测系统、污染物浓度监测系统等），提交项目方案、源代码、测试报告与项目演示视频。由教师根据项目的功能完整性、代码规范性、AI 技术应用合理性、海洋场景贴合度等进行评分，重点考核学生的综合应用能力与问题解决能力。

4.1.3 能力导向评价

能力导向评价主要考核学生的创新能力、团队协作能力与 AI 应用素养，包括：（1）创新型项目：学生自主选题完成创新型实践项目，由教师根据项目的创新性、技术难度、实际应用价值等进行评价，鼓励学生提出新颖的思路与解决方案；（2）团队协作与展示：针对综合型与创新型项目，考核学生的团队协作表现（如任务分工、沟通配合）与项目展示能力（如成果讲解、问题应答），采用教师评价与学生互评相结合的方式。

4.2 应用效果

本课程以 AI 赋能为核心抓手，以海洋特色为实践载体，对 C++ 程序设计课程教学模式进行系统性革新，教学应用效果显著。从学生获奖成果来看，依托课程构建的“基础理论-专项编程-综合创新”课程体系，学生团队在学科竞赛中屡创佳绩，如表 2 所示。

表 2 近几年学生参与比赛获奖情况

时间	比赛	奖项
2025 年 6 月	第十六届蓝桥杯大赛	国赛二等奖
2025 年 4 月	第十六届蓝桥杯大赛	省赛一等奖
2024 年 4 月	第十五届蓝桥杯大赛	省赛二等奖
2023 年 8 月	第二十五届中国机器人及人工智能大赛	国赛三等奖
2023 年 3 月	“建行杯”第九届山东省大学生科技创新大赛	省赛二等奖
2022 年 6 月	第二十四届中国机器人及人工智能大赛	国赛一等奖

上述获奖成果充分印证，将 AI 技术与海洋领域实际

需求融入 C++ 程序设计课程教学,不仅有效提升了学生的程序设计能力与工程实践素养,更激发了学生结合专业特色开展创新研发的积极性,为培养契合海洋强国战略需求的复合型人才提供了有力支撑。

5 结语

AI 赋能的海洋特色 C++ 程序设计课程教学改革,通过重构融入 AI 元素、海洋特色及水下机器人项目的课程内容、创新 AI 驱动的个性化教学模式、搭建多层次海洋特色实践体系、优化多元化综合评价机制,有效解决了传统课程教学中存在的与专业需求脱节、教学模式固化、实践能力培养不足等问题。从教学成果来看,学生在中国机器人及人工智能大赛、山东省大学生科技创新大赛等高水平赛事中斩获多项荣誉,充分验证了课程改革的科学性与有效性。这一改革不仅打破了传统程序设计课程与行业需求脱节的壁垒,更将海洋强国战略与 AI 前沿技术融入课堂教学全过程,有效提升了学生的跨学科融合能力、工程

实践能力与创新研发能力。未来,随着 AI 技术的不断发展和教学改革的持续深入,将进一步完善课程体系和教学模式,提升人才培养质量,为海洋强国战略的实施提供更有力量的人才支撑。

[参考文献]

- [1]刘备,谭文斌.AI 时代背景下 C++ 面向对象程序设计课程教学改革探索[J].大学教育,2025(11):15-19.
 - [2]储德军,朱国春.科研思维驱动 C++ 程序设计课程教学改革与探索[J].电脑知识与技术,2025,10(21):132-135.
 - [3]董敏,毛爱华等.AI 赋能+通专融合+产教融合的 C++ 编程基础课程教学探索[J].计算机教育,2025,2(2):60-65.
 - [4]许智宏,吕华等.C++ 面向对象程序设计工程化能力培养教学改革实践[J].计算机教育,2024,4(4):70-74.
- 作者简介:李辉(1987.10—),女,助理研究员,齐鲁工业大学(山东省科学院)海洋技术科学部,研究方向:水下机器人路径规划与跟踪。