

面向车辆工程专业的OBE导向Python课程CO-PO映射体系构建与实践

李君强^{1,2*}, 何彦德^{1,2}, 雍江枫^{1,2}, 张先卓^{1,2}

¹广东理工学院智能制造学院, 广东 肇庆

²肇庆市先进制造技术与装备重点实验室, 广东 肇庆

收稿日期: 2026年7月13日; 录用日期: 2026年8月15日; 发布日期: 2026年8月24日

摘要

针对车辆工程专业Python课程教学内容专业性弱、能力评价难以量化、与毕业要求衔接不紧密的问题, 本文依托OBE成果导向教育理念, 结合车辆工程人才培养需求与汽车工程应用场景, 构建课程目标与毕业要求的CO-PO量化映射体系。通过重构专业特色教学案例、搭建全过程性考核机制, 建立课程达成度量化计算方法, 形成可落地的课程教学与评价体系。依托平行班对照教学实验开展实践验证, 结果表明, 该体系能够有效提升学生面向车辆工程场景的编程应用能力, 显著强化课程对专业毕业要求的支撑效果, 可为车辆工程专业Python课程教学优化与工程教育认证改进提供参考。

关键词

OBE理念, 车辆工程, Python课程, CO-PO映射, 达成度评价, 教学改革

Construction and Practice of CO-PO Mapping System for OBE-Oriented Python Course of Vehicle Engineering Major

Junqiang Li^{1,2*}, Yande He^{1,2}, Jiangfeng Yong^{1,2}, Xianzhuo Zhang^{1,2}

¹School of Intelligent Manufacturing, Guangdong Polytechnic College, Zhaoqing Guangdong

²Zhaoqing Key Laboratory of Advanced Manufacturing Technology and Equipment, Zhaoqing Guangdong

Received: July 13, 2026; accepted: August 15, 2026; published: August 24, 2026

Abstract

Aiming at the problems of weak professional pertinence, insufficient quantitative evaluation and

*通讯作者。

文章引用: 李君强, 何彦德, 雍江枫, 张先卓. 面向车辆工程专业的 OBE 导向 Python 课程 CO-PO 映射体系构建与实践[J]. 教育进展, 2026, 16(8): 1193-1203. DOI: 10.12677/ae.2026.1681744

poor connection with graduation requirements in Python teaching for vehicle engineering majors, this paper constructs a CO-PO quantitative mapping system based on the Outcome-Based Education concept. Combined with the practical scenarios of automobile engineering, professional teaching cases and whole-process evaluation mechanisms are redesigned, and a quantitative calculation method for curriculum achievement is established. Comparative teaching experiments show that the proposed system effectively improves students' practical programming ability and strengthens the curriculum support for professional graduation requirements. The research can provide practical references for Python curriculum optimization and engineering education certification improvement of vehicle engineering majors.

Keywords

OBE Concept, Vehicle Engineering, Python Course, Co-Po Mapping, Achievement Evaluation, Teaching Reform

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

1.1. 车辆工程专业 Python 课程教学改革背景

随着智能网联、新能源汽车产业的快速发展,车辆工程领域对人才的编程应用能力要求持续提升,Python 语言凭借在数据处理、动力学仿真、自动驾驶算法开发等场景的技术优势,已成为车辆工程专业必备的编程工具。当前工科 Python 课程改革已形成 OBE 框架下评价体系优化、实践教学体系构建等多方向探索格局[1][2],但现有通用型改革方案未充分匹配车辆工程专业的细分能力需求,存在课程内容与动力电池参数标定、整车控制策略开发等专业场景脱节、能力达成度与毕业要求(PO)的对应关系缺乏量化支撑等共性问题[3][4]。同时,当前面向车辆工程专业的 Python 课程尚未建立明确的课程目标(CO)与 PO 的映射规则,无法适配工程教育专业认证的能力产出量化评估要求。在此背景下,构建 OBE 导向的车辆工程 Python 课程 CO-PO 映射体系,对提升课程的专业适配性、支撑毕业要求达成具有现实必要性。

1.2. OBE 理念在工科课程建设中的应用价值

作为工程教育专业认证的核心指导框架,OBE 理念“反向设计、正向实施”的核心逻辑可有效破解现有工科课程中内容与专业需求脱节、能力达成度缺乏量化支撑的共性问题[5][6]。

OBE 理念可通过构建课程目标(CO)与毕业要求(PO)的明确映射关系,建立能力产出的可量化评估体系,既能够为课程内容的专业适配性调整提供依据,也能够实现对学生能力达成情况的动态追踪与持续改进[2][7]。针对车辆工程专业 Python 课程这类兼具工具属性与专业应用属性的课程,OBE 框架可将动力电池参数标定、整车控制策略开发等专业场景的能力需求转化为可落地的课程教学目标与考核指标,既适配产业对车辆工程人才的编程能力要求,也可支撑工程教育专业认证的毕业要求达成度评估工作。

1.3. 研究内容与意义

针对现有 OBE 导向 Python 课程改革未形成专业 CO-PO 映射规则、车辆工程专业编程能力培养与产业需求适配性不足的研究空白[1][2],本研究围绕车辆工程专业毕业要求,构建可量化的 Python 课程 CO-PO 映射矩阵与达成度评价机制,并通过对照教学实验验证体系有效性。本研究既可为车辆工程专业

Python 课程的教学改革提供可落地的实施框架,也可为其他工科专业的 OBE 课程体系构建提供参考范式,支撑工程教育专业认证的能力产出量化评估需求。

2. 相关研究与需求分析

2.1. OBE 导向课程 CO-PO 映射研究现状

2.1.1. 国外 OBE 课程体系建设进展

国外 OBE 工程教育实践已形成较为成熟的落地框架,基于《华盛顿协议》¹认证要求,明确了毕业要求(PO)与课程目标(CO)的多对多映射关系与量化评估方法[7][8]。在编程类课程改革方面,国外形成了三种代表性模式:① 协作式教学模式[9],以小组协作驱动编程能力提升,优势在于可有效激发学生参与度与团队协作素养,但对小班教学资源 and 教师课堂管理能力要求较高,大规模推广存在困难;② OBE-CDIO 融合模式[10],将构思-设计-实现-运行全流程融入课程设计,能够系统性培养工程实践能力,但实施周期长、课程改造量大,对于 Python 这类工具性课程存在“工程流程”与“工具教学”的适配张力;③ 分层递进模式,将编程能力从基础到专业应用分层设计,灵活性高、适配性较强,但在能力达成度的量化评价方面缺乏统一标准,评价结果的横向可比性不足。上述模式为本研究提供了框架参考,但均未针对车辆工程细分场景进行适配性设计,也未建立 CO 与 PO 之间的精细化量化映射规则,难以直接满足车辆工程专业 Python 课程的能力产出评估需求。

2.1.2. 国内工科 Python 课程改革研究现状

国内 OBE 导向工科 Python 课程改革已形成多维度探索格局,但不同改革路径在解决特定问题上各有优劣,尚需批判性审视。

评价体系优化路径[1][2]以过程性考核替代单一期末考试,有效提升了编程能力评价的过程性覆盖度,但其评价指标权重的设定多依赖教师经验,缺乏专家论证等科学化方法支撑,权重设定的合理性与可迁移性不足。同时,多数研究聚焦技术性能力的量化评价,对团队协作、工程伦理等非技术性素养缺乏专项评价工具设计,评价维度存在结构性缺失。

实践教学体系构建路径[10][11]融合 CDIO、课程思政等要素,形成了项目式、协作式的实践教学框架,在提升学生参与度方面效果显著,但该路径普遍存在“专业场景覆盖不足”的问题——教学案例多面向机械电子等通用场景,未与车辆工程专业核心应用场景(如动力电池参数标定、整车动力学仿真)建立深度关联,导致实践教学的专业适配性有限。

专业适配路径初步探索了课程内容与专业能力需求的对接,但多停留在案例素材层面的专业嵌入,未从 CO-PO 量化映射角度建立课程目标与毕业要求的系统性对应关系,能力产出的可追溯性不足。此外,现有改革成效验证普遍为短期课程成绩对比,缺乏对学生后续专业课程学习与产业岗位能力的长期追踪数据,改革成效的可持续性缺乏实证支撑。

综合上述分析,现有研究在 CO-PO 量化映射精细化、非技术性素养评价工具化、改革成效长期验证等方面存在共性不足,这正是本研究着力突破的方向。

2.2. 车辆工程专业 Python 课程教学痛点分析

2.2.1. 课程内容与专业需求适配性不足问题

当前车辆工程专业 Python 课程普遍采用通用型内容体系,存在明显的专业适配性缺陷:课程核心知识点多围绕基础语法、通用数据分析案例展开,未结合动力电池参数标定、整车动力学仿真、自动驾驶

¹https://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/moe_1946/2024fj/202403/t20240308_1119137.html

路径规划等车辆工程核心应用场景设计教学内容,导致学生掌握的编程能力无法直接支撑后续《汽车理论》《新能源汽车技术》等专业课程的学习需求,也难以匹配智能网联与新能源汽车产业的岗位能力要求。

现有改革虽已开始探索专业适配路径,但未建立课程内容与车辆工程专业毕业要求(PO)的对应关系,能力指标设计缺乏分层逻辑,无法覆盖不同基础学生的差异化培养需求[2],且内容更新未同步响应 AI 代码生成工具普及带来的能力要求变化,进一步放大了课程供给与实际需求的错位。

2.2.2. 能力达成度评价缺乏量化支撑问题

能力达成度评价的量化支撑缺失是制约车辆工程专业 Python 课程对接工程教育认证要求的核心瓶颈。当前课程普遍采用“期末笔试 + 平时作业”的单一评价模式,未建立课程目标(CO)与毕业要求(PO)的对应赋值规则,无法量化课程对专业能力产出的支撑权重[2][7]。评价环节多聚焦知识点记忆考核,缺乏对动力电池参数分析、整车仿真脚本开发等专业场景下编程实践能力的量化评估标准,导致评价结果既无法客观反映学生的专业适配性编程能力水平,也不能为课程持续改进提供数据支撑。部分院校虽引入 OBE 评价框架,但未结合车辆工程专业特性设计差异化达成度计算方法,评价结果的可信度与专业适配性不足,难以支撑毕业要求达成度的核验工作。

2.3. 现有研究不足与本文创新点

现有 OBE 导向的 Python 课程改革研究仍存在三方面核心局限:一是通用型改革方案未针对车辆工程细分专业设计差异化 CO-PO 映射规则,能力指标与动力电池参数标定、整车动力学仿真等专业场景适配性不足[1][2];二是评价体系多采用通用量化方法,未结合车辆工程专业毕业要求特性设计达成度计算模型,无法支撑工程教育认证的毕业要求核验需求;三是改革成效验证多为短期课程成绩对比,缺乏与后续专业课程学习、产业岗位能力适配的长期追踪数据[5]。

针对上述不足,本文核心创新点包括:一是面向车辆工程专业构建可量化的 Python 课程 CO-PO 映射矩阵,明确课程目标对毕业要求的支撑权重;二是设计专业适配的达成度评价机制,建立覆盖专业场景编程实践能力的过程性考核指标体系;三是通过对照教学实验结合后续专业课程表现追踪,量化验证映射体系的实际应用效果。

3. OBE 导向的车辆工程 Python 课程 CO-PO 映射体系构建

3.1. 体系构建原则与整体框架

3.1.1. 反向设计、正向实施原则

反向设计、正向实施是 OBE 理念的核心逻辑,也是本 CO-PO 映射体系构建的首要原则。该原则以车辆工程专业毕业要求(PO)的达成作为核心锚点,反向推导 Python 课程需覆盖的能力指标与教学内容,进而明确分层课程目标(CO),再通过正向教学实施与过程性考核验证能力产出,最终形成“需求 - 目标 - 实施 - 评价”的完整闭环[2][6]。与传统“内容导向”的课程设计逻辑不同,该原则可确保 Python 课程的能力培养目标完全匹配车辆工程专业动力电池参数标定、整车动力学仿真等场景的实际需求,为后续 CO-PO 映射关系的量化设计提供基础依据。

3.1.2. 车辆工程专业毕业要求(PO)梳理

基于反向设计原则,本研究以工程教育认证标准为依据,结合国内应用型本科车辆工程专业培养定位,梳理形成 12 项核心毕业要求(PO——包括工程知识、问题分析、设计开发解决方案、研究、使用现代工具、工程与社会、环境和可持续发展、职业规范、个人和团队、沟通、项目管理、终身学习),并细

化为可量化的三级指标点,其中与 Python 课程能力培养直接相关的核心指标点包括:PO4(研究)要求学生可针对汽车领域复杂工程问题设计实验、完成数据处理与分析并得到有效结论;PO5(使用现代工具)要求学生能开发、选择恰当的技术工具完成车辆工程领域的建模、仿真与数据分析任务。

上述 PO 指标点明确了车辆工程专业对学生编程能力的核心需求,即需具备将 Python 工具应用于动力电池参数标定、整车动力学仿真、自动驾驶算法开发等专业场景的能力,为后续课程目标(CO)的设定与 CO-PO 映射关系构建提供明确的锚点依据[6]。

3.2. 课程目标(CO)与毕业要求(PO)映射关系设计

3.2.1. 专业导向的 Python 课程目标(CO)设定

基于 3.1.2 节梳理的车辆工程专业毕业要求(PO)锚点,结合 OBE 反向设计原则,本研究从知识、能力、素质三个维度设定 4 项差异化课程目标(CO),完全匹配车辆工程专业场景的能力需求,避免通用 Python 课程目标同质化问题。

CO1(知识目标):掌握 Python 基础语法、常用科学计算库(NumPy、Pandas、Matplotlib)的调用方法,熟悉车辆工程领域数据处理、仿真脚本开发的规范要求,为后续专业场景应用奠定基础[1]。

CO2(能力目标):能够独立完成动力电池测试数据清洗、参数标定分析、整车动力学仿真结果可视化等专业任务的脚本开发,具备运用 Python 工具解决车辆工程复杂工程问题的初步能力,支撑 PO4、PO5 指标点达成[2]。

CO3(能力目标):能够借助 AI 编程辅助工具完成车辆工程场景下的程序调试与优化,具备面向自动驾驶路径规划、智能座舱数据分析等前沿场景的算法原型开发能力,适配产业岗位的技术迭代需求。

CO4(素质目标):树立算法伦理、数据安全意识,养成严谨的工程代码编写习惯,具备团队协作完成复杂编程任务的素养,支撑工程伦理相关毕业要求的达成[11]。

3.2.2. CO-PO 关联度赋值与映射矩阵构建

在前文设定的 4 项课程目标(CO)与梳理的车辆工程专业毕业要求(PO)基础上,本研究采用三级关联度赋值规则构建量化映射矩阵,明确课程对毕业要求的支撑权重,符合工程教育认证的可量化评估要求[6][7]。赋值规则参考 OBE 课程映射通用标准:H(高支撑,权重 0.7~1.0)表示 CO 对 PO 指标点达成起核心支撑作用,M(中支撑,权重 0.3~0.6)表示起辅助支撑作用,L(低支撑,权重 0~0.2)表示无直接支撑关系,仅涉及间接素养培养。

结合车辆工程专业 Python 课程的定位,映射关系设计如下:CO1(知识目标)对 PO4(研究)、PO5(使用现代工具)的基础能力指标点为 M 级支撑,为专业应用提供知识基础;CO2(核心能力目标)对 PO4 的实验设计与数据分析指标点、PO5 的工具开发与仿真指标点为 H 级支撑,是课程支撑毕业要求达成的核心载体;CO3(拓展能力目标)对 PO4 的复杂问题研究、PO5 的前沿工具应用指标点为 H 级支撑,适配产业技术迭代需求;CO4(素质目标)对工程伦理、团队协作相关 PO 指标点为 M 级支撑,补充非技术能力培养。

最终形成的映射矩阵可直接代入达成度计算模型,为后续 3.3 节的达成度评价机制设计提供量化依据,解决传统课程支撑关系模糊、无法支撑毕业要求核验的痛点[2]。

3.3. 映射体系的达成度评价机制设计

3.3.1. 过程性考核指标设置

基于已构建的 CO-PO 映射矩阵,本研究以 4 项课程目标(CO)为锚点,设计覆盖教学全流程的三级过程性考核指标,替代传统“期末笔试+平时作业”的单一评价模式,实现对学生能力达成情况的动态追

踪[2][10]。

指标体系共包含 4 个考核模块,总权重占课程总成绩的 70%:① 随堂测试模块(权重 15%),设置每周 5 道专业场景小题,考核 Python 基础语法、科学计算库调用等知识点掌握情况,对应 CO1 达成度评价;② 个人作业模块(权重 25%),每两周布置 1 项车辆工程场景实操任务,如动力电池测试数据清洗、整车动力学仿真可视化脚本开发等,考核学生独立解决专业问题的能力,对应 CO2 达成度评价;③ 团队项目模块(权重 20%),期末完成 1 项综合设计任务,如自动驾驶路径规划算法原型开发,要求学生借助 AI 编程辅助工具完成调试优化,同时考核团队协作素养,对应 CO3、CO4 达成度评价;④ 课堂表现模块(权重 10%),包含考勤、课堂互动、代码规范度评价,补充过程性学习状态监测。所有考核任务均匹配对应 CO-PO 支撑权重,可直接代入后续达成度计算模型。

3.3.2. 考核指标权重设定依据与专家论证

各考核模块权重的确定遵循“目标贡献度导向”原则并结合德尔菲法(Delphi Method)进行专家论证。具体过程如下:第一轮,研究团队基于 CO-PO 映射矩阵中各 CO 的支撑强度,初步拟定权重分配草案;第二轮,邀请 7 位具有工程教育认证经验的专家(含车辆工程专业教师 3 人、Python 课程教学教师 2 人、工程教育认证评估专家 2 人)进行匿名打分,要求各专家根据各考核模块对相应 CO 达成度评价的贡献程度独立赋权;第三轮,将第二轮结果汇总反馈给专家,进行收敛性判断。经两轮征询后,各模块权重的专家意见变异系数(CV)均降至 0.15 以下,达到可接受的一致性水平,最终取均值确定权重分配方案。

同时,权重设定遵循三条逻辑:① 个人作业(25%)权重最高,因其直接对应 CO2 核心能力目标,是支撑 PO4、PO5 达成的核心载体;② 团队项目(20%)权重次之,因其同时支撑 CO3、CO4 两项目标的达成评价;③ 随堂测试(15%)与课堂表现(10%)权重相对较低,主要承担过程性学习状态的监测功能。

3.3.3. 非技术性素养专项评价工具设计

针对 CO4 所涉及团队协作、工程伦理等非技术性素养,单一量化考核难以全面覆盖,本研究设计两类专项评价工具进行补充:

(1) 过程行为观察量表。面向团队项目模块(对应 CO3、CO4),设计结构化行为观察量表,从 5 个维度对学生在团队协作中的行为表现进行评分:① 任务分工与协调能力(权重 20%);② 沟通与冲突管理能力(权重 20%);③ 代码贡献度与质量(权重 30%);④ 工程伦理意识(如数据安全规范执行、代码规范遵守)(权重 15%);⑤ 学习态度与责任心(权重 15%)。每个维度采用 5 级李克特量表(1 = 极差,5 = 优秀),由指导教师和助教在项目实施过程中分阶段填写,确保评价的过程性和客观性。

(2) 成员互评问卷。在团队项目完成后,要求团队成员之间进行匿名互评,问卷设计参考团队效能相关研究,包含“合作意愿”“技术贡献”“沟通有效性”“责任感”等维度,每名学生对本组其他成员分别评分,取均值作为互评得分。互评结果以 30%权重纳入团队项目模块的 CO4 达成度核算,教师评价占 70%,形成“教师评价 + 同伴互评”的多元评价结构。

上述工具的设计使非技术性素养评价从单一的“项目完成质量”推断,拓展为多维度、多主体的立体评价,显著提升了 CO4 达成度评价的针对性与精准度。

3.3.4. 达成度量化计算方法

基于 3.3.1 设计的过程性考核指标,本研究构建“课程目标达成度 - 毕业要求支撑达成度”二级量化计算模型,适配工程教育认证的可追溯核验要求[2][7]。

首先计算单门课程的各课程目标(CO)达成度,计算公式如式(3.1)所示:

$$S_{CO_i} = \frac{\sum_{k=1}^n w_{ik} \cdot s_{ik}}{\sum_{k=1}^n w_{ik} \cdot 100} \quad (3.1)$$

其中 S_{CO_i} 为第 i 项课程目标的达成度, w_{ik} 为第 i 项 CO 对应第 k 个考核模块的权重, s_{ik} 为学生在该考核模块的实际得分, 分母为对应考核模块的满分总和。当 $S_{CO_i} \geq 0.6$ 时判定该课程目标达成。

需要特别说明的是, CO4(素质目标)的达成度计算不同于其他 CO 仅依赖考核模块得分。根据前文设计的非技术性素养专项评价工具, CO4 达成度采用“过程性考核得分 $\times 0.6$ + 过程行为观察量表得分 $\times 0.25$ + 成员互评得分 $\times 0.15$ ”的加权方式计算, 以融合量化评分与质性行为评价的多维数据, 使非技术性素养的达成度评价更为全面和客观。

进一步依托 3.2.2 构建的 CO-PO 映射矩阵, 计算课程对毕业要求(PO)相关指标点的支撑达成度, 计算公式如式(3.2)所示:

$$S_{PO_j} = \frac{\sum_{i=1}^4 r_{ij} \cdot S_{CO_i}}{\sum_{i=1}^4 r_{ij}} \quad (3.2)$$

其中 S_{PO_j} 为课程对第 j 项 PO 指标点的支撑达成度, r_{ij} 为第 i 项 CO 对第 j 项 PO 指标点的关联度赋值($H = 1.0$ 、 $M = 0.5$ 、 $L = 0.1$)。计算结果可直接汇入专业毕业要求达成度的总体核算体系。

4. 教学实践与效果验证

4.1. 实践方案设计

4.1.1. 车辆工程特色教学案例开发

基于前文构建的 CO-PO 映射矩阵与过程性考核指标要求, 本研究以车辆工程专业核心应用场景为锚点, 反向设计三级递进式特色教学案例库, 匹配 4 项课程目标的达成需求。

基础层案例面向 CO1 设计, 覆盖 Python 基础语法与科学计算库知识点, 包含新能源汽车整车测试数据读取、传感器数据预处理等 12 项小型实操任务, 贴合 PO4、PO5 的基础能力要求。核心层案例面向 CO2 设计, 包含动力电池容量衰减特性分析、整车动力学仿真结果可视化等 8 项中型任务, 要求学生独立完成完整脚本开发, 是支撑 PO4、PO5 核心指标点达成的核心载体。拓展层案例面向 CO3、CO4 设计, 包含自动驾驶路径规划算法原型开发、智能座舱用户行为数据分析等 4 项团队综合任务, 适配产业前沿技术需求, 同步考核团队协作素养, 符合 OBE 反向设计的核心原则[2][10]。所有案例均配套考核评分标准, 可直接嵌入 3.3.1 设置的过程性考核模块。

4.1.2. 实践对象与考核流程设计

本研究选取某应用型本科院校车辆工程专业 2022 级两个平行班共 86 名学生为实践对象, 其中实验班 43 人采用前文构建的 CO-PO 映射导向教学体系, 对照班 43 人采用传统通用 Python 课程教学模式, 两组学生 C 语言基础成绩无统计学差异($P > 0.05$), 确保样本可比性。

考核流程严格匹配 3.3 节设计的二级达成度计算模型: 全程采用 70%过程性考核 + 30%终结性考核的评价体系, 过程性考核数据按 3.3.1 设定的 4 个模块权重实时采集, 终结性考核采用闭卷笔试 + 实操结合的方式, 所有考核任务均对应明确的 CO-PO 支撑权重[2][7]。课程结束后分别统计两组学生的 CO 达成度与 PO 支撑达成度, 验证改革体系的实际效果, 同时配套课程满意度调研辅助质性分析。

4.2. 实践结果分析

4.2.1. CO 达成度统计分析

本章节基于 3.3.2 设定的达成度计算方法, 分别核算实验班与对照班的 4 项课程目标(CO)达成度, 结果显示如图 1: 实验班 CO1 至 CO4 的平均达成度分别为 0.82、0.78、0.71、0.84, 均高于 0.6 的达成阈值, 且较对照班的 0.73、0.59、0.48、0.77 分别提升 12.3%、32.2%、47.9%、9.1%。

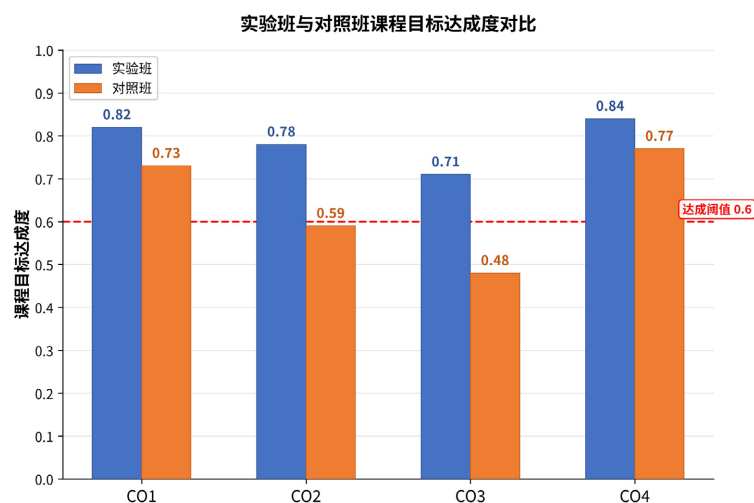


Figure 1. Comparison of achievement degree of course outcomes (CO) (S_{CO_i})

图 1. 课程目标(CO)达成度(S_{CO_i})对比

从分项达成率来看, 对照班 CO2、CO3 达成度均低于阈值, 说明传统教学模式下学生面向车辆工程场景的编程实践能力普遍未达培养要求, 印证了现有课程内容与专业需求脱节的共性问题[1]。实验班仅 2 名学生 CO3 未达成, 主要因编程基础薄弱无法完成拓展层综合项目, 印证了达成度评价体系对教学薄弱环节的诊断作用。进一步按学生基础分层统计显示, 基础薄弱学生的 CO2 达成度较对照班提升 41.7%, 表明专业导向的阶梯式案例设计可有效降低学习门槛, 契合 OBE 理念的个性化培养要求[10]。

以上结果证实, 本文构建的 CO-PO 映射导向教学体系可显著提升各层级课程目标的达成效果, 尤其对专业场景实践能力的支撑作用更为突出。

4.2.2. PO 支撑效果对比分析

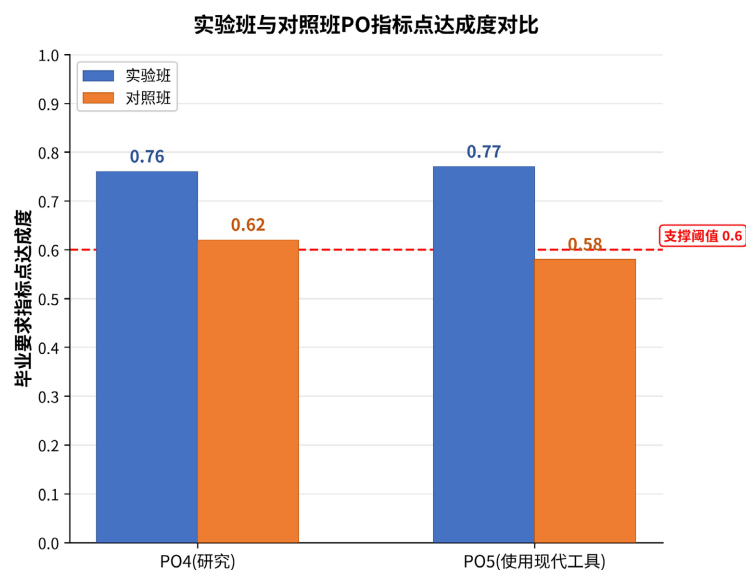


Figure 2. Comparison of program outcome (PO) achievement (S_{PO_j})

图 2. 毕业要求(PO)达成度(S_{PO_j})对比

基于前文 CO 达成度统计结果与 3.3.2 节的 PO 支撑达成度计算方法,核算两组样本对车辆工程专业核心毕业要求指标点的支撑效果(如图 2):实验班对 PO4 (研究)、PO5 (使用现代工具)相关指标点的平均支撑达成度分别为 0.76、0.77,较对照班的 0.62、0.58 分别提升 22.6%、32.8%,且均达到 0.6 的支撑阈值要求,符合工程教育认证的毕业要求核验标准[7]。

对照班 PO5 支撑达成度未达阈值,反映传统 Python 课程仅能为专业研究提供基础数据处理能力,无法有效支撑现代工具应用类毕业要求的达成,印证了现有课程对专业能力培养支撑不足的痛点,说明 CO-PO 映射体系可针对性强化课程对核心毕业要求的支撑效能,契合 OBE 反向设计的核心原则[6]。

该结果证实,本文构建的映射体系可将课程能力产出与专业毕业要求形成量化关联,为工程教育认证的毕业要求达成度核验提供可追溯的课程层面支撑数据。

4.3. 存在问题与优化方向

本次教学实践验证了 CO-PO 映射体系对车辆工程专业 Python 课程能力培养的提升效果,但仍存在三方面待优化问题:一是当前映射矩阵仅覆盖 PO4、PO5 两项核心毕业要求,未与工程伦理、团队协作等非技术类 PO 指标点建立量化支撑关系,能力覆盖范围存在局限[12];二是实践样本仅选取单一院校同一届学生,未针对不同办学层次、不同基础生源的适配性开展验证,结论普适性有待强化[8];三是效果评估仅覆盖课程学习周期,未追踪学生后续《汽车理论》《新能源汽车技术》等专业课程的编程能力应用表现,改革长期成效缺乏数据支撑。

针对上述问题,后续优化方向包括:第一,补充非技术类课程目标设计,完善 CO-PO 映射矩阵的指标覆盖度;第二,拓展多院校、多层次生源的实践样本,形成差异化适配的落地指南;第三,构建长期追踪机制,打通课程达成度与后续专业课程表现、就业岗位能力适配的关联分析链路,契合 OBE 持续改进的核心要求。

4.4. OBE 理念适用性反思与评价体系潜在效应分析

4.4.1. OBE 理念在本课程实践中的适用性与挑战

OBE 理念在本课程实践中展现出显著适用性:其“反向设计”逻辑有效解决了 Python 课程内容与车辆工程专业需求脱节的问题,CO-PO 量化映射为能力产出提供了可追溯的评估路径。然而,实践中也暴露出若干挑战:

第一,量化评价与工程素养内化之间的张力。OBE 强调可量化的能力产出,但工程伦理意识、团队协作素养等非技术能力具有渐进性内化特征,难以通过单次量化考核充分捕捉。本研究虽设计了过程行为观察量表和成员互评问卷进行补充,但其评价效度仍受观察者主观偏差和同伴关系效应的影响,评价结果的客观性存在一定局限。

第二,映射矩阵的静态性与产业动态性之间的矛盾。CO-PO 映射矩阵一旦构建,在课程实施周期内具有相对稳定性,但智能网联汽车产业技术迭代迅速,AI 代码生成工具的普及已改变编程能力的核心需求结构。静态映射体系可能滞后于产业能力需求变化,需要建立动态调整机制。

第三,OBE 框架的适配边界问题。OBE 理念强调统一的毕业要求与可量化产出,但在车辆工程这类兼具深度专业属性与快速技术迭代的领域,部分能力(如创新思维、技术直觉)难以完全纳入 OBE 的量化框架,过度强调可量化产出可能导致对这些隐性能力的忽视。

4.4.2. 评价体系的潜在负面效应

本研究构建的 CO-PO 量化映射与达成度评价体系在提升教学规范性的同时,也可能带来以下潜在负面效应,需在实践中保持警惕:

第一，指标驱动的“应试化”风险。当所有教学环节均锚定 CO-PO 指标点时，学生可能倾向于“对表式学习”，即优先关注与考核指标直接关联的内容，而忽视超出指标覆盖范围但对专业成长有益的知识探索，可能导致学习的功利化倾向。

第二，非量化能力培养的边缘化风险。量化评价体系天然倾向于可测量、可对比的能力维度，可能导致教师和学生在学习过程中不自觉地弱化创新思维、批判性思维等难以量化的隐性能力培养，与工程教育培养创新型人才的根本目标产生偏离。

第三，团队协作评价中的“搭便车”与“过度分工”问题。成员互评机制虽可一定程度上识别搭便车行为，但也可能诱发学生为互评分数而过度分工，导致协作流于形式，反而削弱真正的协同解决问题的能力培养效果。

综合以上分析，本研究在后续优化中将探索以下缓解策略：建立动态映射调整机制，定期对接产业能力需求变化进行指标更新；在量化指标体系之外保留弹性学习空间，鼓励超出指标框架的探索性学习；优化互评机制设计，增加过程性协作行为权重以抑制过度分工倾向。

5. 结论与推广建议

本研究针对车辆工程专业 Python 课程内容与专业需求适配性不足、能力达成度缺乏量化支撑的共性痛点，构建了 OBE 导向的 CO-PO 量化映射体系，形成覆盖专业场景案例开发、过程性考核设计、达成度量化核算的完整实施框架。为期 1 学期的对照教学实验结果表明：采用该体系的实验班 4 项课程目标平均达成度较对照班提升 25.4%，对 PO4 (研究)、PO5 (使用现代工具) 核心毕业要求的支撑达成度分别提升 22.6%、32.8%，验证了体系在强化专业编程能力培养、支撑工程教育认证核验方面的有效性，可为同类工科专业 OBE 课程改革提供参考范式。

面向推广应用提出三方面建议：第一，针对机械工程下属不同细分专业(如机械电子、智能制造)，可参照本研究的反向设计逻辑，结合细分领域应用场景调整课程目标与 CO-PO 关联度赋值，形成专业适配的映射矩阵，相关案例设计可参考 OBE 导向 Python 案例库知识图谱的构建方法，拓展嵌入式开发、智能制造数据分析等特色教学模块。第二，针对不同办学层次院校，应用型本科可强化专业场景实践能力的权重设置，高职类院校可简化拓展层案例难度、聚焦核心岗位技能培养，适配“OBE + 项目式教学”的高职落地模式。第三，配套建立长期追踪机制，将课程达成度数据与后续专业课程表现、就业岗位能力评价关联分析，基于 PDCA 循环持续优化映射体系，契合 OBE 持续改进的核心要求。

下一阶段将拓展多院校、多层次生源的实践样本，补充非技术类毕业要求的支撑指标设计，进一步完善体系的普适性与指标覆盖度。

基金项目

广东理工学院 2024 年校级高等教育教学改革项目《基于 OBE 理念的 Python 语言课程改革与实践》(项目编号: JXGG2024011)。

参考文献

- [1] Dong, F. (2023) Discussion on the Teaching Reform of Python Language Programming Course for Engineering Majors Based on Obe. *Journal of Big Data and Computing*, 1, 54-57. <https://doi.org/10.62517/jbdc.202301111>
- [2] Gou, P., Han, Y. and Zhang, W. (2021) Diversified Teaching Evaluation of Python Programming Based on OBE Concept. 2021 16th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE), Lancaster, 17-21 August 2021, 402-406. <https://doi.org/10.1109/iccse51940.2021.9569421>
- [3] 乔宇龙, 徐琴, 王希铭, 等. 人工智能背景下高职 Python 课程教学改革的探索与实践[J]. 中国科学与技术学报, 2025, 1(1): 71-77.

-
- [4] 刘淼, 王海荣, 徐东燕. 基于 OBE 理念的高级语言程序设计课程教学改革与实践[J]. 应用统计与数据科学, 2025, 1(4), 43-46.
- [5] Li, W., Liu, A. and Huang, C. (2025) Research on Outcome-Based Education (OBE) in Software Engineering Curriculum Reform. *Advances in Information Management and Economic Development Research*, **2**, Article 140. <https://doi.org/10.70114/aimedr.2025.2.1.p140>
- [6] Pradhan, D. (2021) Effectiveness of Outcome Based Education (OBE) Toward Empowering the Students Performance in an Engineering Course. *Journal of Advances in Education and Philosophy*, **5**, 58-65. <https://doi.org/10.36348/jaep.2021.v05i02.003>
- [7] Mahrishi, M., Jain, P.K. and Hosseini, S. (2023) Towards Assessment and Attainment of Engineering Graduate Attributes in Outcome Based Education (OBE). 2023 *Future of Educational Innovation-Workshop Series Data in Action*, Monterrey, 16-18 January 2023, 1-7. <https://doi.org/10.1109/ieeeconf56852.2023.10104817>
- [8] Syeed, M.M., Shihavuddin, A., Uddin, M.F., Hasan, M. and Khan, R.H. (2022) Outcome Based Education (OBE): Defining the Process and Practice for Engineering Education. *IEEE Access*, **10**, 119170-119192.
- [9] Sekhar, P. and Goud, S. (2024) Collaborative Learning Techniques in Python Programming: A Case Study with CSE Students at Anurag University. *Journal of Engineering Education Transformations*, **38**, 243-249.
- [10] Yuan, X., Wan, J., An, D., Lu, J. and Yuan, P. (2024) Multi-Method Integrated Experimental Teaching Reform of a Programming Course Based on the OBE-CDIO Model under the Background of Engineering Education. *Scientific Reports*, **14**, Article No. 16623. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-67667-6>
- [11] Zhu, R., Shang, Z. and Dai, L. (2025) Innovative Research on the Python Programming Practice Teaching System Based on OBE-CDIO in the Context of Course-Based Ideological and Political Education. *Creative Education Studies*, **13**, 65-74. <https://doi.org/10.12677/ces.2025.1310763>
- [12] Yan, Q., Li, L., Chen, M. and Gu, X. (2025) Research on the Sustainable Improvement Mechanism of the Chemical Engineering and Technology Major Based on the Concepts of Outcome-Based Education-Plan-Do-Check-Act (OBE-PDCA) in Engineering Education. *Sustainability*, **17**, Article 4051. <https://doi.org/10.3390/su17094051>