

交叉学科英文课程Materials的教学改革与实践 ——以车辆工程中英班为例

侯永丹, Lemuel Gbologah, 张 琴, 郑冬黎

湖北汽车工业学院, 湖北 十堰

收稿日期: 2026年9月12日; 录用日期: 2026年10月14日; 发布日期: 2026年10月20日

摘 要

针对中外合作办学车辆工程专业Materials课程知识传授与能力培养脱节的问题, 本文介绍了该课程的教学改革实践。改革以T型人才模型为框架, 在保持材料科学理论深度的同时, 引入车辆工程应用与商业分析内容, 形成“理论-应用-综合”三阶递进的教学结构, 并配套多元评价体系。实践表明, 改革后学生的跨学科思维和工程分析能力均有提升, 可为应用型本科院校材料类课程改革提供借鉴。

关键词

学科交叉, 车辆工程, 材料课程, 成果导向教育, 教学改革

Teaching Reform and Practice of the Interdisciplinary English Course “Materials” —A Case Study of the Sino-British Joint Program in Vehicle Engineering

Yongdan Hou, Lemuel Gbologah, Qin Zhang, Dongli Zheng

Hubei University of Automotive Technology, Shiyan Hubei

Received: September 12, 2026; accepted: October 14, 2026; published: October 20, 2026

Abstract

Addressing the disconnect between knowledge delivery and competency development in the “Materials” course within the Sino-foreign cooperative Vehicle Engineering program, this paper outlines the teaching reform practices implemented for the course. Grounded in the “T-shaped talent” model, the reform integrates content on vehicle engineering applications and business analysis

while maintaining the theoretical depth of materials science. This establishes a three-stage progressive teaching structure—"theory, application, and synthesis"—complemented by a diversified assessment system. Practical results demonstrate that the reform has enhanced students' interdisciplinary thinking and engineering analysis capabilities, offering a valuable reference for curriculum reform in materials-related courses at applied undergraduate institutions.

Keywords

Interdisciplinary, Vehicle Engineering, Materials Course, Outcome-Based Education (OBE), 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

研究背景

中外合作办学是我国引进国外优质教育资源、培养具有国际视野的复合型工程人才的重要途径[1]。湖北汽车工业学院车辆工程(中英班)项目自2014年获教育部批准,2015年开始招生,至今已运行十余年。该项目直接引进英方的外教课程,采用项目式教学,注重学生实践能力和职业素养的培养。然而,作为该专业唯一一门材料类课程,Materials课程长期面临知识体系与专业需求脱节的问题,成为制约人才培养质量的一个薄弱环节。

该课程的传统教学模式遵循材料科学的学科逻辑,按照金属、陶瓷、高分子、复合材料的分类逐一讲授,侧重晶体结构、相图分析和扩散机理等知识。这种设计虽然保证了知识体系的完整性,却与车辆工程实践之间存在着明显的距离。一个典型的例子是:学生能熟练绘制铁碳相图,却难以回答“发动机缸体为什么用灰铸铁而不用铝合金”这样的工程选材问题。这种“能画图、不会选材”的现象说明,课程内容未能有效建立材料科学与工程决策之间的逻辑联系。

在材料类课程的教学改革方面,已有不少探索。一些研究从OBE理念出发重构课程目标和评价体系[2][3],另一些研究尝试将案例教学或项目式学习引入课堂[4]。在车辆工程专业的材料课程改革方面,也有学者做过相关实践[5][6]。但总体来看,已有研究主要聚焦于课程内容的优化或教学方法的改进,较少涉及如何将材料科学理论深度与工程应用能力培养进行系统性整合,尤其是在中外合作办学的语境下,这方面的探索更为有限。本研究正是基于这一空白,以T型人才模型为框架,尝试在理论深度和应用广度之间建立一种平衡。

与此同时,现代汽车产品的开发已经远远超出了单一学科的范畴。以电动车电池包壳体为例,材料选择需要同时满足结构强度、热管理、电磁屏蔽、可回收性和成本控制等多重要求。传统的材料课程局限于材料本身的性能介绍,难以支撑这种跨学科的系统思维训练。与此同时,中英合作办学的特殊语境也给课程带来了额外的挑战。中外合作办学的本意是将中方扎实的理论基础与外方强调的应用能力结合起来,但Materials课程在实践中容易走向两个极端:要么延续国内传统的学科化教学模式,外方资源和行业案例未能有效融入;要么直接移植外方案例,与学生的知识基础和学习习惯不够匹配。这种不匹配状况使得中外合作办学的课程优势未能充分发挥。

针对上述问题,本研究以T型人才模型为理论框架,从纵向深化材料科学理论、横向拓展车辆工程应

用与商业分析能力两个方向入手，对 Materials 课程进行教学改革，探索一条适合中外合作办学语境的材料类课程教学路径。改革的核心在于将课程从教材料转向用材料，在保持材料科学核心理论深度的同时，引入真实的工程决策情境和跨学科的分析视角，帮助学生建立从科学原理到工程判断的双向思维能力。

2. 课程现状与改革设计

2.1. 原课程结构分析

改革前的 Materials 课程为 48 学时(3 学分)，面向车辆工程专业大二学生开设。课程内容按照材料科学的传统学科体系组织，以课堂讲授为主，辅以少量实验教学。如下表 1。

Table 1. Curriculum structure before reform
表 1. 改革前课程结构

模块	学时	主要内容	教学方式	考核权重
材料结构基础	8	晶体学、晶体缺陷、扩散理论	课堂讲授	20%
金属材料	20	铁碳相图、热处理、钢的分类	讲授 + 实验	40%
非金属材料	6	高分子、陶瓷、复合材料基础	课堂讲授	15%
材料性能测试	6	强度、硬度、韧性、疲劳性能、拉伸实验	课堂讲授	15%
失效分析与选材	8	失效形式、选材原则、典型零件选材分析	课堂讲授 + 场景教学	10%

这一结构存在三方面问题。其一，课程内容按材料类型逐章展开，与车辆工程的专业背景关联较弱，学生学完课程后仍然不清楚汽车零部件为什么选用特定材料。其二，课堂讲授占比过高(约 83%)，缺乏工程情境的支撑，学生接触到的是一系列孤立的知识点，难以理解它们在工程实践中如何被调用。其三，评价方式以期末闭卷笔试为主，侧重知识记忆，学生的工程分析能力无法通过考试体现出来。这几方面问题叠加的结果是：学生能够应付考试，但面对真实的选材问题时缺乏判断依据。

2.2. 改革总体思路

针对上述问题，本次改革对应 T 型人才模型的三个维度进行展开，即纵向坚守对应深度，横向拓展对应广度，情境贯通则是深度与广度的整合机制。

纵向坚守是指保持材料科学核心理论的完整性，这是课程作为材料类基础课的基本盘。晶体结构、相图原理、热处理机制等内容不能因为强调应用而被削弱，但讲授方式需要调整。每一类理论知识都需要锚定一个具体的汽车工程实例——比如在讲固溶强化时，用汽车车身高强度钢的合金化设计作为背景，让学生在具体问题中理解抽象原理。

横向拓展是指打破学科壁垒，在材料科学的基础上引入车辆工程应用、成本分析和可持续性等维度。材料在汽车上的应用不是单纯的技术问题，还涉及工艺可行性、经济性评价和环境影响评估。课程需要帮助学生建立这样的认知：选材决策是在多个约束条件下寻找可行方案，而不是在课本上找一个标准答案。

情境贯通是指用真实的工程问题把纵向的理论和横向的跨学科视野串联起来。学生在课堂上面对的“什么是珠光体”这样的概念性问题，而是“某个零件的选材方案是否合理”这样的综合性问题。回答这个问题需要调用材料科学的知识、工程分析的方法和商业判断的意识，这正是工程师在日常工作中要做的事。

2.3. 课程目标重构

基于上述改革思路，课程目标按知识、能力、素质三个维度重新设定，如图 1 所示。

教学目标 1(知识目标): 能够解释材料成分、组织结构、加工工艺与使用性能之间的内在关联, 并描述汽车典型零部件的常用材料及其选用依据。

教学目标 2(能力目标): 能够针对给定的汽车零部件工况, 运用材料科学原理进行材料选型分析, 说明选材的基本依据, 并理解不同材料方案在成本、可持续性方面的差异。

教学目标 3(素质目标): 能够使用中英双语进行技术汇报, 清晰陈述材料选择的基本逻辑, 并关注工程实践中的伦理问题与国际材料技术发展动态。

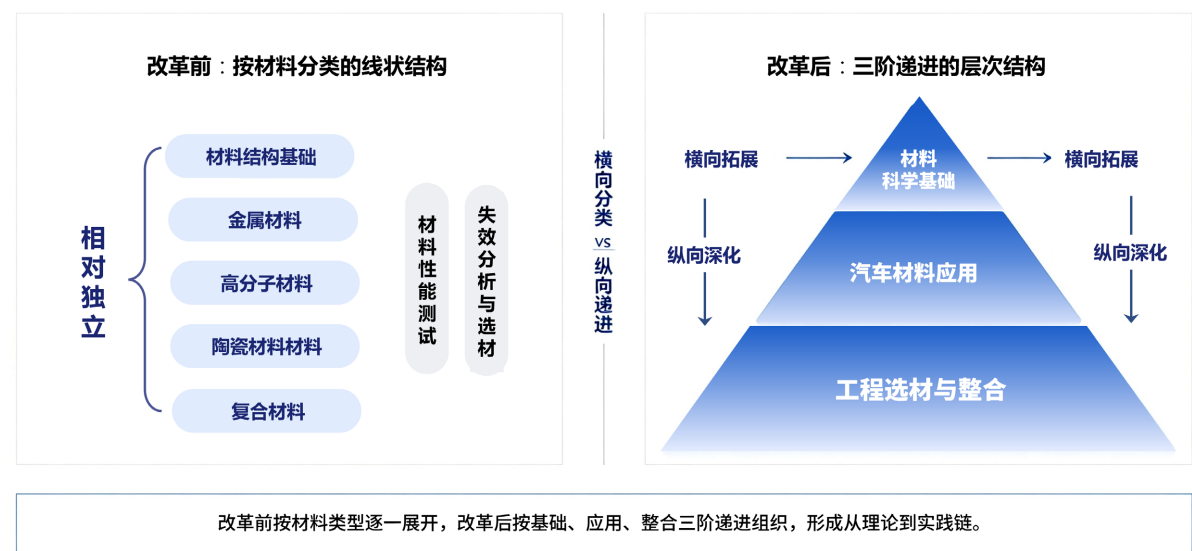


Figure 1. Comparison of curriculum structure before and after the reform
图 1. 改革前后课程结构对比图

3. 多学科交叉教学模式的构建

在确立的改革思路和课程目标基础上, 从课程体系、教学方法和评价方式三个维度, 来具体阐述 Materials 课程多学科交叉教学模式的构建过程。

3.1. 课程体系重构: 三阶段递进结构

课程体系重构面临一个根本问题: 如何保证课程内容的设计和教学实施与最终的毕业要求形成有效对接。传统做法是从教材出发组织内容, 但教材的逻辑和毕业要求的逻辑并不总是一致。为此, 课程体系的重构遵循 OBE 的反向设计逻辑[6] [7], 从毕业要求倒推出课程目标, 再根据课程目标确定教学内容和教学形式。在实施层面, 采用 CDIO 模式[8] [9], 将课程目标转化为具体的项目和任务, 使“目标 - 路径 - 评价”形成闭环。具体到 Materials 课程, 知识目标对应材料科学的核心理论, 能力目标对应工程选材分析和多因素权衡训练, 素质目标对应双语技术汇报和国际视野的培养。围绕这三个目标, 理论教学部分按“基础→应用→整合”三个层次组织, 如图 2 所示。

理论教学部分(32 学时):

第一阶: 材料科学基础(12 学时)。这一阶段的任务是建立“成分 - 结构 - 加工 - 性能”的全链条思维框架。课程从汽车材料的全链条逻辑切入, 介绍材料四要素之间的相互关系, 然后依次展开晶体结构与结晶基础、拉伸曲线与力学性能、材料性能体系、材料标号与性能反推等内容。这些知识点是后续应用环节的支撑, 教学上要求学生在理解的基础上能够建立起“结构决定性能、性能决定用途”的基本判断。

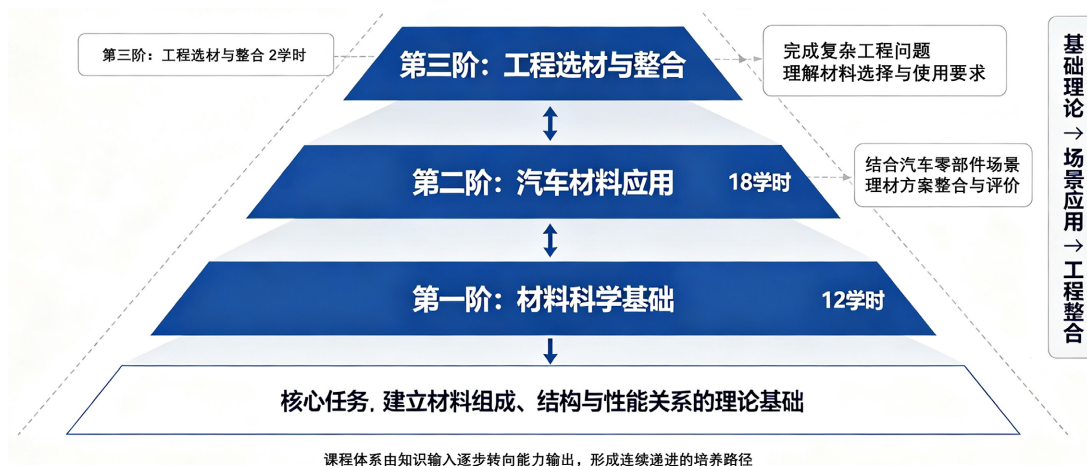


Figure 2. Schematic diagram of the three-stage progressive curriculum structure

图 2. 三阶递进课程结构示意图

第二阶段：汽车材料应用(18 学时)。这一阶段的任务是以钢铁、铝合金和非金属材料为载体，演示全链条逻辑在汽车工程中的具体呈现方式。钢铁材料部分从铁碳相图出发，依次讲解显微组织与力学性能的关系、热处理工艺对性能的调控、以及如何根据零部件服役条件反推材料选择和工艺要求，该过程本身就是逆向思维训练。铝合金部分侧重时效强化机理与回归现象，帮助学生理解可热处理强化与不可热处理强化之间的本质差异。非金属材料部分以塑料和橡胶为主，强调高分子链结构与性能和可回收性之间的逻辑关联。

第三阶：工程选材与整合(2 学时)。这一阶段的任务是把前两个阶段的知识整合起来，完成从工况分析到材料选择的完整推理过程。课程围绕“选材决策”这一核心问题，讲解工程选材的通用框架，按工况分析→性能要求→候选材料→工艺评估→成本→可持续的逻辑进行递进式的分析教学，并通过案例让学生体验多目标约束下的权衡过程。

三个理论各自回应了课程改革中的一个具体问题。OBE 反向设计解决了“课程目标从哪来”的问题——三个教学目标分别对应毕业要求中的工程知识、问题分析和沟通能力，这决定了课程内容的选择标准。CDIO 模式解决了“能力如何培养”的问题——两个实践训练项目均按构思 - 设计 - 实现 - 运行四个阶段组织，使能力培养有具体的实施路径。情境学习理论则解释了为什么真实工程情境能促进知识整合，具体设计见 3.2 节。

在理论教学之外，实验教学(8 学时)承担着验证理论、建立直观认识的功能，包括铁碳合金热处理和金相观察两个实验，共 8 学时，与理论教学同步推进。

理论教学的局限在于：学生知道“材料性能决定用途”，但不清楚一辆车上那么多零件，各自的材料决策是如何做出的。实践训练 I (赛车改装方案，4 学时)试图弥补这个缺口。该训练由英方外教指导，要求学生以小组为单位，选择一款民用车，分析将其改装为赛车需要改进的部件，说明改进理由与材料/工艺方案，输出形式为报告和视频。这项训练的价值在于它迫使学生从整车的角度思考材料问题，而不是孤立地讨论某个零件的材料性能。

如果说实践训练 I 训练的是“从整车到零件”的分析能力，实践训练 II (汽车零部件产品宣讲，4 学时)则是“把技术方案说清楚”的能力。每个小组选择一个汽车零部件，介绍其材料选择、制造工艺、性能特点并指出改进方向，以中英双语 PPT 和口头汇报的形式呈现。这项训练直接对应教学目标 3 (素质目标)，重点在于技术表达能力的锻炼。

3.2. 教学方法创新：情境锚定与 PBL 融合

传统课堂的一个普遍困境是：学生在课堂上记住了知识点，但面对实际问题时仍然不知道如何调用。这说明脱离使用场景的知识是“惰性”的——学生掌握了它，却不知道何时用它。情境学习理论[10]为此提供了一个解决思路：知识的意义在于它被使用的场景。因此，本课程在教学方法上有意识地把知识点“放回”工程情境中，通过创设真实的工程决策场景，让学生在解决问题的过程中调用和组织所学的理论知识。通过创设真实的工程情境，让学生在解决问题的过程中调用和组织所学知识。情境学习理论认为，知识的意义在于它被使用的场景，脱离场景的知识容易被遗忘、难以迁移。因此，课程在教学方法和课堂组织形式上做了相应的调整，设计了两类教学工具。

抛锚式案例教学：这类教学工具的核心是把知识点“锚定”在真实的工程事件中。以某品牌 SUV 悬架控制臂断裂召回事件为例：课程提供技术报告、金相组织照片、使用环境数据和供应链信息等多维度资料，引导学生沿着“材料成分是否符合标准→热处理工艺是否存在缺陷→设计载荷与实际载荷是否匹配→供应商质量管控是否存在漏洞→召回决策的经济性与品牌影响”这条问题链展开分析。这条链从材料科学出发，逐步延伸到工艺工程、机械设计、供应链管理和商业伦理——学生在这一过程中整合的不是知识点，而是看待工程问题的方式。

PBL 问题导向学习：这类工具的设计思路是：给出一个没有标准答案的劣构问题，要求学生权衡多方面的约束条件，提出一个有依据的解决方案[11][12]。以“电动车电池包壳体为什么普遍选用铝合金型材而非钢板冲压”为例，这个问题串联了材料密度(轻量化)、导热系数(热管理)、挤压成型工艺(制造可行性)、电磁屏蔽效能(电子兼容)、材料成本与回收价值(经济性)等多个维度。学生需要综合评估这些因素，而不是从课本中寻找一个现成结论。课程共设计 3~5 个类似问题，分布在汽车材料应用各模块的教学中。

3.3. 多元评价体系构建

评价方式的调整同样遵循 OBE 的反向设计逻辑：既然课程目标从知识记忆转向了能力应用，评价方式也需要做相应的改变。传统的闭卷考试侧重知识的再现，难以衡量学生是否具备“在真实情境中运用知识”的能力。

为此，课程建立了“过程性评价 + 成果性评价 + 能力性评价”三维体系，如图 3 所示。过程性评价关注课堂参与、小组讨论和跨课程协同节点的表现，目的是激励学生全程投入，避免期末突击。成果性评价考核实验报告、赛车改装方案和零部件产品宣讲等可交付成果的质量，这些成果本身就是能力的直接体现，比考试更能反映真实水平。能力性评价通过期末考试中的案例分析题和逆向工程题(开卷)进行，重点考察学生运用材料科学原理解决实际问题的能力，而非对教材内容的复述。三个维度的评价方式相互补充，课程总成绩构成如表 2 所示。

Table 2. Diversified evaluation system
表 2. 多元化评价体系

考核项目	占比	评价内容	支撑目标
期末考试(开卷)	50%	侧重应用分析与工程判断	目标 1、目标 2
实践训练 I (外教作业)	20%	赛车改装方案(报告 + 视频)	目标 2、目标 3
实践训练 II (零部件宣讲)	10%	中英双语 PPT + 口头汇报	目标 2、目标 3
实验	10%	实验报告	目标 2
平时作业与考勤	10%	课后作业、课堂参与	目标 1、目标 3

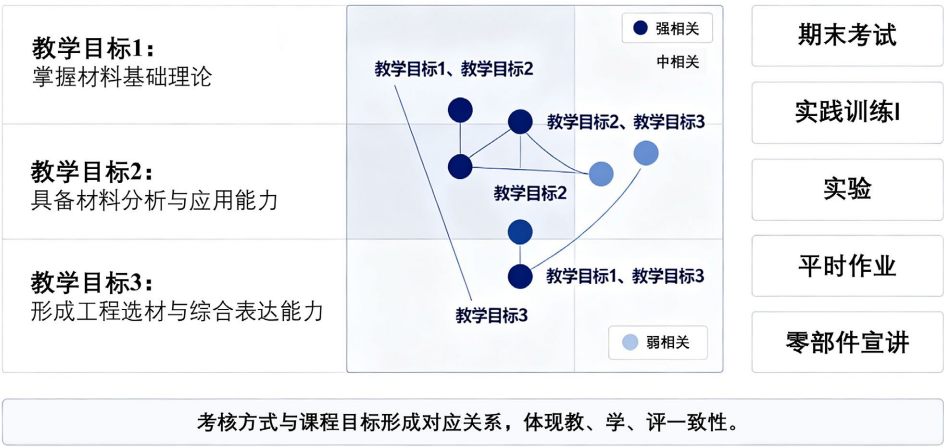


Figure 3. Alignment between course objectives and assessment methods
图 3. 课程目标与考核方式对应图

期末考试采用开卷形式, 允许学生携带教材和课堂笔记。试题中记忆性题目比例大幅降低, 多数题目要求学生在理解的基础上进行分析和判断。以“逆向工程题”为例: 试卷给出一个失效案例描述, 要求学生从失效现象出发, 反推可能的材料或工艺问题。这类题目没有标准答案, 评分依据的是推理过程的合理性和证据的充分性。

4. 实施效果与持续改进

本研究对旧大纲(2023~2024 学年、2024~2025 学年)与新大纲(2025~2026 学年)的实施效果进行了对比分析。旧大纲采用传统教学模式, 总成绩构成成为试卷 60%+ 报告与展示 20%+ 作业 10%+ 实验 10%; 新大纲采用改革后的教学模式, 总成绩构成成为试卷 50%+ 实践训练 30%+ 平时作业 10%+ 实验 10%。两阶段的学生样本分别为 98 人、94 人(旧大纲)和 99 人(新大纲, 一届), 样本量相当, 具有可比性。

4.1. 课程目标达成度分析

课程目标达成度采用工程教育认证标准方法计算, 设定达成标准为 ≥ 0.60 。各教学目标达成度对比如表 3 所示。达成度计算公式为: 达成度 = 各考核项目学生平均得分之和/各考核项目目标分值之和。各考核项目的目标分值依据新大纲“课程考核方式与教学目标”中的规定确定, 学生平均得分基于全班 99 名学生的实际成绩统计得出。

教学目标 1 (知识)由期末考试中客观题部分(选择题 10 题 $\times$ 2 分 + 判断题 10 题 $\times$ 2 分 + 填空题 5 题 $\times$ 2 分, 卷面 50 分 $\times$ 50%系数 = 25 分)与平时作业(5 分)构成。2025~2026 学年, 学生在客观题部分的平均得分为 28.16 分(满分 50 分), 折算后为 14.08 分, 平时作业平均得分为 4.72 分(满分 5 分)。达成度 = $(14.08 + 4.72)/(25 + 5) = 18.80/30 = 0.627$, 达到预期标准。与旧大纲 24~25 学年的 0.566 相比, 增幅达 10.8%, 说明教学改革在知识传授方面已见成效, 但学生基础知识的精准掌握仍需进一步夯实。

教学目标 2 (能力)由期末考试中主观题部分(简答题 3 题 $\times$ 10 分 + 分析题 1 题 $\times$ 20 分, 共 50 分 $\times$ 50%系数 = 25 分)与实践训练 I (20 分)、实验(10 分)构成。学生在主观题部分的平均得分为 31.95 分(满分 50 分), 折算后为 15.98 分, 实践训练 I (赛车改装方案, 外教指导)平均得分为 14.59 分(满分 20 分), 实验平均得分为 8.01 分(满分 10 分)。达成度 = $(15.98 + 14.59 + 8.01)/(25 + 20 + 10) = 38.58/55 = 0.701$, 达到预期标准。与旧大纲 24~25 学年的 0.591 相比, 增幅达 18.6%, 提升最为显著, 验证了改革在能力培养方面的有效性。

教学目标 3(素质)由实践训练 II(零部件产品宣讲, 10 分)与平时作业(5 分)构成。实践训练 II 平均得分为 8.68 分(满分 10 分), 平时作业平均得分为 4.40 分(满分 5 分)。达成度 = $(8.68 + 4.40)/(10 + 5) = 13.08/15 = 0.872$, 远超预期标准, 说明中英双语实践训练在技术沟通能力培养上发挥了积极作用。

Table 3. Analysis results of course objective achievement
表 3. 课程目标达成度分析结果

教学目标	旧大纲 23~24 学年	旧大纲 24~25 学年	新大纲(25~26 学年)	变化趋势
教学目标 1 (知识)	0.66	0.566	0.628	↑
教学目标 2 (能力)	0.72	0.591	0.701	↑
教学目标 3 (素质)	—	—	0.877	—

从表 3 可以看出, 旧大纲在 24~25 学年出现了明显的下滑(教学目标 1 从 0.660 降至 0.566, 教学目标 2 从 0.720 降至 0.591), 而新大纲实施后两项指标均显著回升, 如图 4 所示。教学目标 3 为新大纲首次单设, 达成度达 0.872, 说明中英双语实践训练的效果得到了学生的充分体现。三个教学目标均达到或超过预期标准(≥ 0.60), 表明改革后的教学模式在知识传授、能力培养和素质养成三个维度均取得了积极效果。

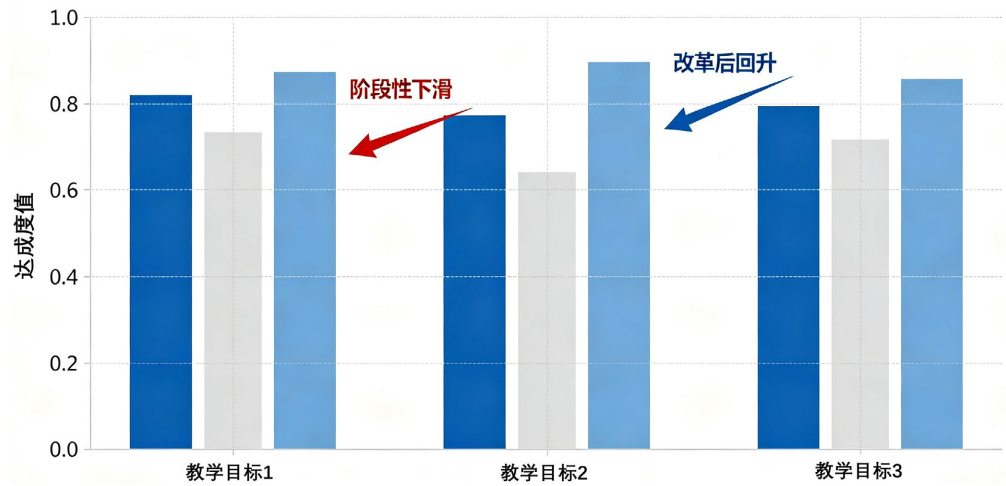


Figure 4. Bar chart comparing the degree of achievement of course objectives
图 4. 课程目标达成度对比柱状图

为了更全面地评价课程目标的达成情况, 本研究在课程结束后, 采用根据 Spelt 等[13]的跨学科思维量表(Interdisciplinary Thinking Scale, ITS)改编并自行设计的《课程目标达成度学生自我评价调查问卷》开展学生自评, 回收有效问卷 89 份。各教学目标学生自评达成度分别为: 目标 1 为 4.39/5.00, 目标 2 为 4.46/5.00, 目标 3 为 4.49/5.00, 总体教学质量满意度为 4.39/5.00。三个目标的评分均处于较高水平, 说明学生对自身能力的提升持有较为积极的评价。

从各题目的具体得分来看, 目标 1 中 Q5 (识别并描述微观组织特征)得分最高(91.01%), Q1~Q2 (基本概念与相图理解)得分相对较低(87.64%); 目标 2 中 Q8 (清晰说明选材依据)得分最高(91.01%), Q9 (考虑成本差异)相对较低(88.99%), 这一趋势与期末考试成绩中“经济性分析”维度得分偏低的现象具有一定的一致性; 目标 3 中 Q13 (关注产品安全与可持续性)得分最高(90.79%), Q11 (中英双语技术汇报)得分相对较低(89.66%), 反映了学生在双语表达方面的自信心仍有提升空间。

与期末考试成绩相比, 学生自评数据整体偏高。教学目标 1 的自评达成度(4.39/5.00, 即 87.72%)高于

考试成绩达成度(0.627), 教学目标 2 的自评达成度(4.46/5.00, 即 89.16%)高于考试成绩达成度(0.701)。这一差异可能反映了两个方面的因素: 一方面, 考试成绩反映的是学生在特定时间点的单次表现, 而自评是对整个学期学习过程的整体感受, 两者本就属于不同类型的评价维度, 存在合理差异; 另一方面, 也可能提示部分学生在自我评估时存在一定的乐观倾向, 后续教学中需要加强学生对考核标准的理解和自我评价能力的培养。尽管如此, 自评数据中目标 3 高于目标 2、目标 2 高于目标 1 的排序, 与考试成绩中目标 3 最高、目标 2 次之、目标 1 最低的排序完全一致, 说明两种评价方式在“相对强弱”的判断上是一致的, 验证了评价结果的可信度。

4.2. 学生反馈与教学反思

为了进一步了解学生的真实感受, 课程结束后通过问卷中的开放性问题收集了学生对改革后教学的感受(89 份有效问卷)。

对第 17 题“收获最大的方面”的关键词频次统计显示, “材料”(19 次)、“知识”(11 次)、“分析”(5 次)等词出现频率最高, 与教学目标 2 的自评得分(4.46/5.00)相互印证, 表明学生在课程中最直观的收获集中在“材料-分析-选材”这一工程逻辑链条上。对第 18 题“需要改进的方面”的关键词频次统计显示, “英语”(4 次)、“材料”(2 次)、“互动”(2 次)、“举例”(2 次)等词被多次提及。部分学生希望增加“中英对照”的专业词汇整理, 也有学生提到增加“互动”和“实际”案例。对第 19 题“其他建议”的统计显示, “考试”(2 次)、“暂无”(2 次)出现频率较高, 另有学生提到“整理”“英语词汇”“中英对照”“举例”“增加互动”等关键词。

32%的学生反映“跨学科知识整合存在困难”, 这个比例值得深入分析。结合期末考试成绩中教学目标 1(知识)达成度相对较低(0.627)的数据来看, 这个困难可能有两种来源。一种来源是知识本身的特点——材料课程的跨学科属性要求学生同时掌握材料科学、机械设计、成本分析等多个领域的知识, 而大二学生的知识储备尚不足以支撑这种多维度的整合。另一种来源可能是教学设计的问题——第一轮改革中, 虽然引入了跨学科案例, 但各学科知识之间的衔接和过渡还比较粗糙, 学生缺少一个“如何整合”的方法论指导。两种来源中, 知识储备的不足是大二学生的客观现状, 短期内难以改变; 而教学设计上的粗糙是可以改进的。因此, 后续改进的重点不是增加课时或降低难度, 而是在课程内部提供知识整合的脚手架, 帮助学生逐步建立跨学科思维的方法。

综合来看, 学生对课程改革的整体满意度较高, 多数学生认同“赛车改装方案”和“零部件产品宣讲”等实践训练的教学价值(85%)。同时, 词频数据也提示了以下改进方向: 增加更多“举例”和“实际”应用案例、加强课堂“互动”、提供专业词汇的中英对照资料、进一步明确开卷考试的评价标准。这些反馈为后续教学的持续改进提供了具体方向。

4.3. 持续改进机制

除了上述问题, 改革过程中还遇到了几个未能在本轮教学中充分解决的问题。其一, PBL 教学法的实施阻力。PBL 要求学生具备较强的自主学习和问题分析能力, 但部分学生习惯了“教师讲、学生听”的模式, 对“自己找答案”的方式感到不适应。在课堂讨论中, 有的小组很快就找到了“标准答案”(实际上是从教材上抄来的或用 AI 搜索来的), 缺少深入分析的过程。其二, 中外教师评价标准的协调。英方外教在评价实践训练 I 时, 更关注方案设计的创新性和英语表达, 对材料科学原理的准确性要求相对宽松; 而中方教师更看重技术逻辑的严谨性。两种评价标准在目标上有差异, 需要在后续教学中进一步协调。其三, 教师自身的跨学科挑战。本课程由材料科学背景的教师主讲, 在涉及成本分析和供应链管理等商业维度时, 有时感到知识储备不足, 需要依赖外教和行业案例来弥补。这一挑战反映了跨学科教

学对教师能力的更高要求。

基于达成度分析、学生反馈与教学反思中反映的问题,本研究建立了“评价-反馈-改进”的闭环机制,从以下四个方面提出优化措施。

针对跨学科知识整合困难(32%的学生反映),计划在课程第3~4周增设“跨学科思维导引”模块,以学生易于理解的简单零部件(如螺栓、弹簧)为例,示范从工况分析出发,逐步整合材料选择、工艺评估、成本考量和可持续性分析的完整推理过程,搭建逐阶引导的思维脚手架。

针对学生希望增加更多案例和互动的诉求(开放性反馈中“举例”“互动”被多次提及),后续教学中将补充3~5个贴近汽车工程实际的小型案例,贯穿于各知识模块的讲授中;同时在课堂教学中增加随堂小练习和小组讨论频次,将课堂参与纳入平时成绩考核,提升学生的课堂参与感。

针对英语相关教学环节的关注(开放性反馈中“英语”“中英对照”“英语词汇”被多次提及),在实践训练II(零部件产品宣讲)前增加一次“技术英语表达工作坊”(2学时),提供往届优秀示例和常用技术表达模板,帮助学生熟悉技术汇报的基本规范,降低英语表达焦虑;同时整理课程核心术语的中英对照表,供学生复习和开卷考试时参考使用。

针对临界及格学生群体(50~59分段33人,占33.3%),计划在下一学年开学初对这部分学生进行薄弱环节分析(区分客观题失分是源于知识掌握不到位还是开卷资料准备不足),并开展针对性辅导和答疑,帮助其巩固基础知识。同时,将加强开卷考试准备工作的指导,包括如何有效整理和利用参考资料、如何在开卷条件下快速定位和提取准确信息,帮助学生从被动记忆转向主动查阅与应用。

在实施过程中,深度与广度的平衡是一个持续的挑战。横向拓展需要引入工程应用、成本分析和可持续性等内容,但48学时的总容量有限。第一轮实施中,我们采取了“压缩非核心理论、整合重复内容”的策略——例如将晶体结构的基础内容从原来的4学时压缩为2学时,腾出的时间用于增加工程案例和PBL问题讨论。但这一调整也带来了新的问题:部分学生在后续课程中反映晶体结构的基础不够扎实。这可能与学时压缩有一定关系,但也不排除学生复习不足或后续课程衔接不畅的因素,需要在下一轮教学中进一步观察和验证。下一步计划在第一阶和第二阶之间增加一个2学时的过渡环节,专门用于对核心理论知识的回顾和强化。

5. 结论与展望

本研究以T型人才模型为理论框架,针对中外合作办学车辆工程专业Materials课程的教学困境,从纵向深化材料科学理论、横向拓展车辆工程应用与商业分析能力两个方向入手,进行了系统的教学改革。经过一轮完整的教学实践,获得了以下主要结论,并对研究的贡献、局限及后续方向做出说明。

5.1. 主要结论

第一,T型人才模型为材料类课程改革提供了清晰的结构框架。“纵向坚守、横向拓展”的思路既保证了材料科学理论的系统性,又回应了复杂工程问题对跨学科能力的需求。从实施效果来看,教学目标2(能力)达成度从旧大纲最低点的0.591回升至0.701,增幅18.6%,是三个目标中提升最为显著的。这说明在基础课阶段引入工程应用和商业分析维度是可行的,也是有效的。

第二,真实工程情境的引入是多学科知识整合的关键机制。抛锚式案例和PBL问题的作用不仅是“让课堂更有趣”,更重要的是它们提供了知识整合的场景。当一个学生面对“电池包壳体选什么材料”这样的问题时,材料科学、制造工艺、成本分析等知识点会自然而然地被调用和组织,而不是停留在孤立的记忆中。学生问卷中“材料”“分析”“选材”等高频关键词也印证了这一点。

第三,OBE-CDIO融合为课程重构提供了可操作的方法论。反向设计确保了课程目标与毕业要求的

精准对接,项目驱动促进了深度学习,多元评价保障了能力导向。三者协同形成的教学闭环,使得“教材材料”到“用材料”的转向能够在课程层面落地。

第四,中外合作办学语境对课程改革提出了特殊要求,也提供了独特资源。英方外教参与实践训练,对学生的技术英语表达提出了真实需求;中英双语的汇报要求,直接支撑了教学目标3(素质)的达成(达成度0.872)。这表明,中外合作办学的优势不在于“引进外教”本身,而在于它创造了一个跨文化沟通的真实场景,让学生在具体任务中锻炼国际交流能力。

5.2. 理论贡献与实践价值

理论层面,本研究将T型人才模型从“人才规格描述”转化为“课程设计框架”,提出了“纵向坚守、横向拓展、情境贯通”的具体实施路径。这一转化过程揭示了T型模型在课程层面落地的关键条件:纵向深度不是简单地“多讲理论”,而是用工程实例“锚定”理论;横向广度不是“什么都讲一点”,而是围绕工程决策需求引入跨学科视角;情境贯通则是深度与广度之间的整合。

实践层面,本研究形成了一套可在同类院校中参照的改革方案。三阶递进的课程结构(基础→应用→整合)、情境锚定的教学方法(抛锚式案例+PBL问题)、三维多元的评价体系(过程性+成果性+能力性),共同构成了一个完整的教学改革工具箱。这些措施不依赖特殊的硬件条件或高额投入,关键在于教师对课程逻辑的重新梳理和对教学案例的持续积累。

5.3. 研究局限与展望

本研究存在以下局限。其一,样本限于单一院校两届学生,改革效果的普遍性有待进一步验证。其二,新大纲仅实施一轮,数据的长期稳定性尚未确认。其三,多学科交叉的“广度”与材料科学本身的“深度”之间的平衡仍需持续调适——横向拓展如果过度,可能挤占理论讲授的时间;纵向坚守如果过重,又可能回到原来的学科逻辑。这个度的把握需要在后续教学周期中继续探索。

本研究的评价体系也存在一定局限。学生自评问卷的数据整体偏高,这一方面可能是学生对自身能力的乐观认知所致,另一方面也与问卷题项的设计有关——题项是否足够精确地测量了学生对课程目标的达成度,还需要在后续研究中进一步检验。此外,期末考试中的分析题和逆向工程题虽然有较好的区分度,但评分标准中“合理即可给分”的灵活性,也带来了一定程度的主观性。这些评价工具本身的局限性,需要在后续研究中进一步检验和完善。

展望后续研究,一方面将在下一轮教学中对三阶递进结构进行精细化调整,特别是在第一阶和第二阶之间增加过渡环节,帮助学生更顺畅地从理论学习进入应用环节;另一方面,将逐步积累学生在实践训练中的作品案例,形成可参照的范例库,为后续学生提供更明确的方向指引。此外,也计划将本课程的改革经验推广至车辆工程专业的其他基础课程,探索多课程协同的改革路径。

基金项目

该文受湖北本科高校省级教学改革研究项目 2024406 及湖北汽车工业学院教学改革研究项目 JY2026026 资助。

参考文献

- [1] 王小青,胡敏捷,戴坤.百年变局下中外合作办学项目的结构变迁与演进逻辑[J].中国高教研究,2026(8):74-82.
- [2] 赵秀云.信息化技术融合下材料力学课程评价体系智能化改革[J].中国信息化,2026(5):50-51.
- [3] 包全合,陈双双.基于OBE理念的金属材料热处理课程教学改革[J].安徽工业大学学报(社会科学版),2025,42(3):60-62.

-
- [4] 同艳维, 徐慧, 孟嘉锋, 等. 新工科背景下基于“双创”型人才培养的课程教学改革研究[J]. 高教学刊, 2026, 12(22): 165-168+173.
 - [5] 赵登峰, 侯俊剑, 钟玉东. 案例教学法在汽车专业课程教学中应用探讨——以汽车材料及加工技术课程为例[J]. 时代汽车, 2023(17): 19-21.
 - [6] 胡星, 阮观强, 程金润, 等. 基于 OBE 理念的《汽车材料》课程教学改革[J]. 汽车实用技, 2021, 46(6): 153-155.
 - [7] 李志义. 解析工程教育专业认证的持续改进理念[J]. 中国高等教育, 2015(Z3): 33-35.
 - [8] Crawley, E.F., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D.R. and Edström, K. (2014) Rethinking Engineering Education. Springer.
 - [9] 顾佩华, 胡文龙, 林鹏, 包能胜, 陆小华, 熊光晶, 陈严. 基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式——汕头大学的实践与探索[J]. 高等工程教育研究, 2014(1): 27-37.
 - [10] Lave, J. and Wenger, E. (1991) Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation. Cambridge University Press.
 - [11] 孙永根, 秦泗吉, 贺思成, 等. 基于“问题导向”的多学科交叉融合课程建设[J]. 教育教学论坛, 2025(28): 73-76.
 - [12] 李卫国, 陈艳红, 高彦丽. 新工科背景下问题导向式学习教学模式研究[J]. 教育教学论坛, 2025(17): 125-128.
 - [13] Spelt, E.J.H., Biemans, H.J.A., Tobi, H., Luning, P.A. and Mulder, M. (2009) Teaching and Learning in Interdisciplinary Higher Education: A Systematic Review. *Educational Psychology Review*, **21**, 365-378.
<https://doi.org/10.1007/s10648-009-9113-z>