

产教融合视域下公路养护课程改革探索与实践

林法力, 戴雄威

台州学院建筑工程学院, 浙江 台州

收稿日期: 2026年8月18日; 录用日期: 2026年10月17日; 发布日期: 2026年10月30日

摘 要

针对《公路养护与管理》课程教学中理论与实践脱节、内容更新滞后、学生实操不足等问题, 本研究依托台州学院“1139科技小分队”成果转化项目, 将台州市国省道养护工程后评估数据及“四新技术”应用资料转化为教学案例集、实验指导手册与课外实践指南, 构建“案例驱动-项目实践-产教融合”三维教学改革模型。以2个教学班87名学生为试点, 采用课堂观察、问卷调查与学业成绩对比进行评估。结果显示, 课堂观察评分4.55/5.00, 学生满意度4.05分, 总评平均分提高10.3%, 案例分析得分提升18.8%, 学生获批省级创新创业项目3项、获技能竞赛奖项4项。研究表明, 产教融合可有效推动工程实践与教学理论深度融合, 为同类应用型课程改革提供参考。

关键词

产教融合, 公路养护与管理, 课程教学改革, 案例教学, 项目式学习

Exploration and Practice of Highway Maintenance Curriculum Reform from the Perspective of Industry-Education Integration

Fali Lin, Xiongwei Dai

School of Architectural Engineering, Taizhou University, Taizhou Zhejiang

Received: August 18, 2026; accepted: October 17, 2026; published: October 30, 2026

Abstract

Aiming at the problems in the teaching of Highway Maintenance and Management, such as the disconnection between theory and practice, outdated teaching content and insufficient hands-on practice

for students, this study relies on the achievement transformation project of the “1139 Science and Technology Team” of Taizhou University. The post-evaluation data of national and provincial highway maintenance projects in Taizhou and application documents of “new technologies, new processes, new materials and new equipment” are converted into a teaching case collection, laboratory instruction manuals and extracurricular practice guidelines. A three-dimensional teaching reform model of “case-driven teaching - project-based practice - integration of industry and education” is constructed. Taking 87 students from two teaching classes as the pilot group, classroom observation, questionnaire survey and academic performance comparison are adopted for effect evaluation. The results show that the classroom observation score reaches 4.55/5.00, the student satisfaction score is 4.05, the overall average score increases by 10.3%, and the score of case analysis rises by 18.8%. In addition, students have obtained 3 provincial innovation and entrepreneurship projects and 4 awards in skill competitions. The research indicates that the integration of industry and education can effectively promote the deep integration of engineering practice and teaching theory, and provide a reference for the reform of similar application-oriented courses.

Keywords

Industry-Education Integration, Highway Maintenance and Management, Curriculum Reform, Case-Based Teaching, Project-Based Learning

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

近年来,我国公路交通基础设施建设重心逐步由“大规模建设”向“建养并重”转变,公路养护行业对专业人才的需求结构随之发生深刻变化。交通运输部统计数据显示,截至2025年底,全国公路总里程已突破550万公里,年度养护资金投入超过1.25万亿元[1]。行业规模的持续扩大对人才培养质量提出了更高要求,既掌握理论基础又具备实践能力的复合型养护技术人才日益成为行业刚需[2]。

反观《公路养护与管理》课程的教学现状,仍存在三方面较为突出的矛盾。其一,教学内容更新滞后于行业发展,教材所选用的案例与数据相对陈旧,难以反映当前养护技术的快速迭代;其二,教学方法较为单一,以教师讲授为主的传统模式难以充分调动学生的学习主动性;其三,实践教学环节薄弱,学生接触真实工程场景的机会有限,导致毕业后岗位适应期较长、实践能力不足。上述问题在地方应用型本科院校中表现尤为明显[3]。

产教融合作为破解教育与产业脱节问题的有效途径,近年来已上升至国家战略层面[4]。2017年国务院办公厅印发的《关于深化产教融合的若干意见》[5]明确将产教融合定位为“促进经济社会协调发展的重大举措”;2020年教育部与工业和信息化部联合发布的《现代产业学院创新发展行动计划》[6]进一步提出“促进课程内容与技术发展衔接、教学过程与生产过程对接、人才培养与产业需求融合”。台州学院于2019年启动“1139科技小分队”项目,致力于推动教师科研成果向教学资源的系统性转化,为本课程的教学改革提供了制度保障与实践平台。

基于上述背景,本研究以“基于行业需求的《公路养护与管理》课程建设与实践”教研项目为依托,探索产教融合视域下公路养护课程教学改革的实施路径与实践效果,以期同类应用型课程的教学改革提供借鉴。

2. 研究方法

2.1. 理论框架

本课程教学改革的理论基础主要涵盖三个方面。其一为情境学习理论(Situated Learning Theory)。Lave 与 Wenger (1991)提出，学习应嵌入真实的实践情境之中，知识的习得与应用具有不可分割性。将台州市公路养护工程的真实案例引入课堂，旨在为学生创设接近“实践社区”的学习情境。

其二为项目式学习理论(Project-Based Learning, PBL)。Thomas (2000)指出，项目式学习应以复杂且真实的问题为核心，学生在完成项目的过程中主动建构知识。本课程设计的“病害调查→技术比选→方案设计→效果评估”项目链条，即为 PBL 理念在公路养护教学中的具体应用。

其三为产教融合理论。产教融合强调教育链与产业链的有机衔接，其核心在于以产业需求驱动教学变革、以科研成果反哺人才培养。本项目联合台州市公路与运输管理中心等行业管理部门及养护企业，将工程实践素材转化为教学资源，实现了“产”与“教”的双向赋能[7]。

2.2. 改革设计思路

综合上述理论基础，本研究提出“案例驱动 - 项目实践 - 产教融合”三维教学改革模型(见表 1)。三个维度各有侧重：“案例驱动”维度侧重于将工程实践转化为教学内容，为理论学习提供真实情境；“项目实践”维度侧重于引导学生通过实验操作与课题研究主动建构知识；“产教融合”维度侧重于通过校企合作与实地实践提升学生的工程综合素养。三者相互支撑、形成闭环，共同服务于学生工程实践能力的培养[8]。

Table 1. Framework of the three-dimensional teaching reform model

表 1. 三维教学改革模型框架

维度	核心内容	实施路径	预期目标
案例驱动	后评估数据/四新技术/失败案例	教学案例集 + 实验项目指导手册	知识理解与情境迁移
项目实践	病害分析/方案比选/效果评估	小组研讨 + 实验操作 + 汇报答辩	问题解决与创新思维
产教融合	企业实习/现场调研/联合攻关	课外实践指南 + 校企合作基地	职业素养与工程综合能力

2.3. 教学案例集开发

教学案例是产教融合教学模式落地的核心载体[5]。项目组依托“1139 科技小分队”两项研究成果——《台州市普通国道路基路面养护工程后评估报告》与《台州市公路养护四新技术研究报告》，系统梳理了 16 项“四新技术”在台州国省道养护工程中的应用数据，涵盖动稳定度(Dynamic Stability, DS)、残留稳定度、冻融劈裂强度比(Tensile Strength Ratio, TSR)、渗水系数、国际平整度指数(International Roughness Index, IRI)、路面行驶质量指数(Riding Quality Index, RQI)等关键指标的应用前后对比数据。

在数据梳理的基础上，项目组编制了两套教学案例集。第一套以后评估报告为素材，按裂缝类、车辙类、预养类三大养护技术方向选取 3 个典型案例，每个案例均包含工程背景、技术原理、实测数据分析、综合对比评价及层进式讨论题；第二套以四新技术研究报告为素材，选取玄武岩纤维土工格栅、NRP 无车辙沥青路面、NovaPave 超粘精罩面、USP 低温沥青等 4 个典型技术案例，纳入了多个应用点位的跟踪数据对比。案例集的编制并未局限于成功案例，而是有意纳入部分失败案例(如倒装结构桥面处治短期内出现 11~21 mm 车辙、GRAC-16 表面层脱皮等)，以培养学生的批判性工程思维[9]。

2.4. 实验项目指导手册

针对教学案例涉及的关键技术, 项目组编制了 3 个实验项目指导手册, 分别对应“橡胶应力吸收层防反射裂缝效果评价”“半柔性沥青混凝土抗车辙性能评价”与“NovaPave 超粘精罩面路用性能检测”。每个手册均包含实验目的、实验原理、设备与材料清单、详细操作步骤(含时间估算)、数据记录表、数据处理要求及思考题, 形成了“操作-观察-分析-报告”完整的实验教学链。实验设计中特别设置了与实际工程数据的对照环节, 例如在“半柔性沥青混凝土抗车辙性能评价”实验中, 要求学生将实验室测得的 DS 值与实际工程中 NRP 无车辙沥青的 DS 值进行对比, 分析差异成因。

2.5. 课外实践活动

为弥补课堂教学在感性认知与工程体验方面的局限, 项目组设计了两项课外实践活动: “三门 G228 全寿命周期养护项目参观”与“临海市特桥特养项目调研”。前者涵盖沥青拌合楼参观、智慧巡养平台体验与养护路段实地调研; 后者涵盖桥梁健康监测系统学习、专项养护技术现场观摩与数字化管理平台介绍。每项活动均配备详细的实践指南, 包含活动背景、学习要点、一日行程安排、学生任务单(活动前准备、活动中观察、活动后报告)及考核评分标准。通过“课前预习-现场观察-分组汇报-教师点评”的闭环流程, 有效避免了实践活动流于形式的问题。

2.6. 教学实施

教学改革试点于 2025 年 1 月至 2026 年 6 月在台州学院建筑工程学院“道路桥梁与渡河工程”专业实施, 覆盖 2 个教学班共 87 名学生。课堂教学采用“案例导入-小组讨论-汇报交流-教师点评”四步教学法, 将学生按 5~6 人划分为学习小组, 每组设组长、记录员与汇报人, 确保每位学生均有明确分工。此外, 每届选拔 3~4 名学生直接参与教师科研项目, 在真实科研场景中提升创新能力。

其中将工程实践中的失败样本系统纳入教学, 是本项目区别于常规案例教学的重要设计。其理论依据在于: 批判性思维的生长点不是“确认正确”, 而是“发现边界”——学生只有在亲历“看似合理的方案为何失效”的完整推理过程后, 才能真正理解技术方案的适用条件。为使“培养批判性思维”这一抽象目标转化为可操作、可模仿的教学行为, 以下完整呈现其中一个“失败案例”的教学实例——倒装结构桥面处治的“得”与“失”, 包括案例背景、问题设置、学生讨论要点与教师点评全过程, 供同行参考。

(1) 案例背景。台州市某桥面铺装长期存在水损害问题, 表现为坑槽、松散、层间脱粘, 虽经多次维修仍反复发生, 属典型的“屡修屡坏”。经诊断, 其症结在于: 水泥混凝土桥面板不透水且平整度较差, 水分一旦渗入便滞留层间难以排出; 同时在车辆荷载的挤压-泵吸作用下产生动水压力, 反复冲刷导致沥青膜剥落、集料飞散。为此, 该工程采用倒装结构(下面层采用 AC-10F、上面层采用 SMA-16)进行处治, 设计意图是通过容易致密不透水 AC-10F 进行调平, 让水从两层沥青混凝土面层之间排出, 从而减少车辆荷载的挤压-泵吸作用。工程完工后跟踪观测约一年, 水损害未再发生, 原定治理目标成功达成; 但与此同时, 轮迹带出现了 11~21 mm 车辙, 超出规范允许值。该案例的独特价值在于: 它并非单纯的“方案失败”, 而是“解决了老问题, 却引入了新问题”, 为讨论工程方案的权衡取舍提供了极佳素材。

(2) 问题设置。围绕该案例设置四个递进式问题: ① 桥面铺装水损害的形成需要同时具备哪些条件? 倒装结构究竟切断了其中哪一环, 才使水损害得以根治? ② 一年后水损害未发生、原定目标已经达成, 却出现了 11~21 mm 车辙。这两件事是“巧合”还是“因果”? 请分析: 根治水损害所依赖的那个结构性因素, 是否同时也可能是诱发车辙的原因? ③ 桥面铺装与一般路基段路面在温度场、层间剪应力、支承条件上有什么差异? 这些差异会如何放大你在上一问中识别出的不利因素? ④ 若由你负责该工程的技术

决策：(a) 在方案比选阶段，你会要求补充哪些验证性试验或数据，以提前识别车辙风险？(b) 面对“水损害已解决、车辙超限”的现状，你会如何处置？(c) 如果重来一次，你还会选择倒装结构吗？四个问题分别指向“机理理解－因果识别－条件分析－决策与反思”四个认知层次，形成由低到高的思维阶梯。

(3) 学生讨论要点。小组讨论中，学生观点大致经历三轮修正。第一轮，多数小组将车辙归因为施工质量差、材料不合格或超载严重等外部因素，视其为与“水损害治理”相互独立的另一件事；部分小组甚至认为“既然水损害这个老毛病解决了，方案总体就是成功的”。这反映出“单一归因”与“以原目标达成论成败”的思维惯性。第二轮，在教师提示“请回到倒装结构根治水损害的机理，看同一个因素是否也在相反方向上起作用”后，有小组开始意识到“细粒式致密”这一举措的双向效应：致密切断了水的入渗通道，但同时也意味着材料刚度下降，导致车辙产生可能增加；有小组明确提出“这两个结果可能是同一个原因的两面，而不是两件独立的事”。第三轮，在补充桥面温度场与层间剪应力的资料后，讨论进一步深化：有小组指出桥面缺乏土基的温控与支承，夏季铺装层温度远高于路基段、层间剪应力更大，恰好放大了“刚度不足”这一弱点。讨论中浮现两个核心分歧：其一，该工程究竟应判定为“成功”（主要目标达成）、“失败”（产生新问题）还是“部分成功”——有小组提出“评价一个方案，不能只看它解决了什么，还要看它带来了什么”；其二，有小组反问“如果当初不解决水损害，每年反复维修的代价，与现在一次性出现的车辙相比，究竟哪个更大”，由此自发引入了全生命周期成本与养护经济性的分析维度。

(4) 教师点评。教师在点评环节，肯定学生历经三次思维跃迁：从“外部归因”到识别“同一设计变量的双向效应”，再到主动引入全生命周期成本维度，特别肯定学生自己提出的那句“不能只看它解决了什么，还要看它带来了什么”，指出这句话已触及工程决策的本质；水损害“屡修屡坏”意味着高频、持续、逐年累积的养护投入与通行干扰，而车辙则是单次、可预测、可一次性处治的病害，从全生命周期成本看这一取舍未必不划算——但这需要用数据证明，而非想当然；工程中没有“全面提升”的方案，只有“在约束条件下权衡取舍”的方案，识别方案的代价，比掌握方案本身更重要。

3. 结果

为系统评估教学改革效果，项目组综合运用课堂观察、问卷调查与学业成绩对比三种方法，构建了多维度、多主体的评估体系。

3.1. 课堂观察结果

试点期间教研组共组织 3 次同行评课，采用结构化课堂观察量表，从教学目标达成度、学生参与度、案例教学质量、教师引导能力、课堂氛围等维度进行量化评分(满分 5 分)，结果如表 2 所示。

Table 2. Summary of classroom observation results
表 2. 课堂观察结果汇总

观察次序	教学主题	教学方法	目标达成度	学生参与度	案例质量	综合评分
第 1 次	裂缝类病害处治技术比较	案例教学	4.5	4.8	4.6	4.6
第 2 次	车辙类病害处治实验	项目式教学	4.5	4.6	4.4	4.5
第 3 次	四新技术专题研讨	探究式教学	4.6	4.8	4.6	4.6
平均值	—	—	4.53	4.73	4.53	4.55

三次观察的平均综合评分为 4.55 分，较采用传统教学模式的对照班级(3.62 分)提升 25.7%。各维度中“学生参与度”得分最高(4.73)，表明案例教学与项目式教学有效激发了学生的学习主动性。课堂观察

还发现，学生在讨论中能够自发引入成本效益、施工可行性、长期性能衰变等工程维度，反映出教学改革在工程思维培养方面的积极成效。

3.2. 问卷调查结果

学生反馈通过问卷调查收集。问卷采用李克特 5 级量表，设置 20 道封闭式问题与 2 道开放式问题，覆盖四个维度。调查于 2026 年 5 月实施，回收有效问卷 85 份，有效回收率 97.7%，结果如表 3 所示。

Table 3. Results of student questionnaire survey
表 3. 学生问卷调查结果

评估维度	题目数	平均评分(5 分制)	同意占比
课程内容体验	5 题	4.10	78.8%
教学方法满意度	5 题	4.14	80.2%
学习效果自评	5 题	3.97	73.6%
实践能力提升	5 题	4.01	74.6%

问卷结果显示，四个维度的平均评分均在 4.05 分以上，其中教学方法满意度(4.14)与课程内容体验(4.10)相对较高。“实地参观增强了感性认知”一题的平均评分达 4.39 分，同意占比高达 90%，表明课外实践活动是提升教学效果的重要载体。学习效果自评维度得分相对较低(3.97)，反映出学生在独立分析与方案设计能力方面仍存在不足，需在后续教学中进一步强化。

3.3. 学业成绩对比

为控制学生基础差异的影响，选取同年级未参与改革试点的班级作为对照。考试采用统一命题，分为理论部分(60%)与案例分析部分(40%)，结果如表 4 所示。

Table 4. Comparative analysis of academic performance
表 4. 学业成绩对比分析

指标	理论平均(60 分)	案例平均(40 分)	总评平均	优秀率(≥90)	良好率(≥80)
试点班级	45.2	32.8	78.0	22.5%	48.1%
对照班级	43.1	27.6	70.7	11.9%	33.3%
差异	+2.1 (+4.9%)	+5.2 (+18.8%)	+7.3 (+10.3%)	+10.6%	+14.8%
p 值(t 检验)	0.042	0.001	0.003	—	—

统计结果显示，试点班级在各项指标上均显著优于对照班级。案例分析部分差异最为显著，试点班级平均分高出 5.2 分(+18.8%, $p < 0.001$)，表明案例教学与项目式实践有效提升了学生的工程问题分析与解决能力。理论部分差异相对较小(+4.9%)，但仍具有统计学显著性($p < 0.05$)，说明该教学模式并未削弱理论学习，反而通过实践促进了知识内化。此外，试点班级优秀率(22.5%)约为对照班级(11.9%)的两倍，表明教学改革对拔尖学生的培养同样具有显著促进作用。

3.4. 教师发展与学生成果

教学改革同步推动了教师团队的专业发展。课程负责人林法力通过联合科研，在台州市公路养护领域积累了较强的行业影响力，持续参与行业技术方案的论证与决策；课程成员戴雄威全程参与合作科研项目，科研与教学能力均得到提升。学生培养方面，累计获批省级大学生创新创业项目 3 项并通过验收，

获国家级、省级技能竞赛奖项 4 项, 多名学生升入同济大学、长安大学等高校深造或进入公路养护相关单位就业, 获得用人单位认可。

4. 讨论

4.1. 有效性分析

多维度评估结果验证了产教融合教学模式在公路养护课程中的有效性。从理论层面看, 该模式有机融合了情境学习理论、项目式学习理论与产教融合理论, 形成了“案例驱动 - 项目实践 - 产教融合”的三维联动效应。真实工程案例的引入回应了“学什么”的问题, 项目式实践回应了“怎么学”的问题, 产教融合则回应了“为什么学”的问题, 三者共同构成学习动力与学习效果的正向循环。

从实践层面看, 该模式取得成效的关键可归纳为三点。一是教学资源的“地方性”——案例均取自台州本地养护工程, 学生易于产生代入感; 二是教学数据的“真实性”——所有数据均来源于实际工程检测, 具有较强的说服力; 三是教学内容的“时效性”——案例数据覆盖 2023~2025 年最新工程实践, 能够反映行业前沿动态。三者共同保障了教学内容与行业实践的紧密对接, 从根本上缓解了传统教学中理论与实践脱节的问题。

4.2. 问题与改进方向

尽管改革取得了显著成效, 但实践中仍暴露出三方面问题。其一, 受资源约束, 学生科研参与面有限, 每届仅 3~4 名学生能够直接参与教师科研项目, 其余学生主要通过课堂参与, 实践与科研能力的提升幅度相对有限; 其二, 科研产出层次偏低, 受行业科研侧重实际问题解决、学校试验条件有限等因素制约, 学生尚未发表高质量学术论文; 其三, 教师教研水平有待提升, 项目组教师在教学研究方面仍需加强积累[10]。

针对上述问题, 后续改进方向包括以下方面。在扩大学生科研参与面方面, 可通过开设“课题式小组”、开放实验室资源、建立“以老带新”的学生科研传帮带机制等途径拓展覆盖范围; 在提升教师教研能力方面, 组织项目组教师聚焦教学重点难点开展研究, 力争产出更多教研论文; 在教学资源更新方面, 与台州市公路与运输管理中心建立长效数据共享协议, 确保教学案例的持续更新。

4.3. 研究局限性

本研究存在以下局限性。其一, 研究样本仅来自一所应用型本科院校, 结论的外部有效性尚待进一步验证; 其二, 教学改革试点的时间跨度仅为一个学年, 长期效果尚需跟踪观测; 其三, 对照班级样本量较小($n = 42$), 可能影响统计检验的稳健性。未来研究应扩大样本范围、延长跟踪周期, 并探索该教学模式在其他应用型课程中的推广应用。

5. 结论

本研究以台州学院“1139 科技小分队”成果教学转化项目为依托, 系统探索了产教融合视域下《公路养护与管理》课程教学改革的理论框架与实践路径, 得出以下主要结论。

第一, “案例驱动 - 项目实践 - 产教融合”三维教学改革模型具有理论合理性与实践可行性, 能够有效缓解传统工科课程“理论与实践脱节”的核心问题。

第二, 将高校所在区域的真实工程实践数据转化为教学资源, 兼具“地方性”“真实性”“时效性”三重优势, 能够显著提升学生的学习兴趣与学习效果。

第三, 多维度评估数据表明, 该教学模式在提升学生工程问题分析能力方面效果尤为显著(案例分析

平均分提升 18.8%), 对应用型人才培养具有重要价值。

第四, 课外实践活动是提升教学效果的重要载体, 学生对实地参观的满意度达 4.39 分, 建议在后续教学中适当增加实践教学比重。

第五, 该教学模式具有较好的可复制性与可推广性, 尤其适用于与地方产业结合紧密的应用型课程, 如路基路面工程、桥梁工程、隧道工程等工科专业课程。

致 谢

本研究得到浙江省一流专业建设点及台州学院产学研合作协同育人项目(项目编号: 2025066)的资助。感谢台州市公路与运输管理中心在工程数据与实践资源方面提供的支持, 感谢参与教学改革试点的全体学生, 感谢同行专家在评课过程中提出的宝贵意见。

参考文献

- [1] 行业研究院. 2026 年中国公路养护行业深度分析报告: 从“重建轻养”转向“建养并重” [R]. 北京: 行业研究院, 2026.
- [2] 交通运输部关于印发《“十四五”公路养护管理发展纲要》的通知[EB/OL].
https://xxgk.mot.gov.cn/2020/jigou/glj/202204/t20220426_3652905.htm, 2026-08-06.
- [3] 龙建宇, 黄云伟, 杨喆. 地方应用型本科高校深化产教融合培养体系与实施路径研究[J]. 科教文汇, 2026(1): 24-27.
- [4] 葛勇, 张爱. 基于产教融合的土木工程材料课程教学内容改革探索[J]. 高教学刊, 2026, 12(6): 133-137.
- [5] 国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见[EB/OL].
http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-12/19/content_5248564.htm, 2026-08-06.
- [6] 教育部办公厅 工业和信息化部办公厅关于印发《现代产业学院建设指南(试行)》的通知[EB/OL].
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202008/t20200820_479133.html, 2026-08-06.
- [7] 王馨, 徐萱, 崔立. 产教融合背景下校企协同育人模式构建研究[J]. 高教学刊, 2024, 10(26): 148-151.
- [8] 刘维正, 孙晓, 杨伟超, 等. 基于创新应用能力培养的《道路工程》课程案例教学模式及实践[J]. 高教学刊, 2019(26): 36-38+41.
- [9] 张名芳, 赵晓帆, 王力, 等. 产教融合背景下应用型高校专业课程案例库建设——以交通类专业为例[J]. 教育教学论坛, 2026(4): 27-30.
- [10] 白逸仙, 王华, 王珺. 我国产教融合改革的现状、问题与对策: 基于 103 个典型案例的分析[J]. 中国高教研究, 2022(9): 88-94.