

融合 STEM 理念的 PBL 教学模式影响高职学生自主学习能力的理论机制与实践研究

刘胜杰

周口职业技术学院建筑与港航学院 河南周口

【摘要】面向港口航运业智能化、绿色化转型对复合型技术技能人才的需求，高职港航专业教学改革势在必行。本文首先厘清了 STEM 教育、PBL 教学模式及自主学习能力三大核心概念的研究脉络，深入剖析了 STEM-PBL 模式影响自主学习能力的理论机制（动机激发、认知建构、社会互动、环境赋能），并评析了该模式在高职港航类专业中的实践应用效果。这为推动高职港航专业内涵建设与人才培养质量提升提供了理论参考与实践路径。

【关键词】STEM 教育；PBL；高职教育；自主学习能力

【基金项目】2024 年校级教学改革项目（zzjg2024-20）：基于 STEM 教育理念下的 PBL 教学模式对高职院校学生自主学习能力的研究

【收稿日期】2025 年 10 月 15 日 **【出刊日期】**2025 年 11 月 15 日 **【DOI】**10.12208/j.sdr.20250265

A review of research on the impact of stem-integrated PBL teaching model on the autonomous learning ability of higher vocational college students

Shengjie Liu

Zhoukou Polytechnic College of Architecture and Port and Shipping, Zhoukou, Henan

【Abstract】In response to the demand for skilled technical talents with comprehensive capabilities in the intelligent and green transformation of the port and shipping industry, the teaching reform of the port and shipping major in higher vocational colleges is imperative. This article first clarifies the research background of the three core concepts of STEM education, PBL teaching model, and autonomous learning ability, deeply analyzes the theoretical mechanism (motivation stimulation, cognitive construction, social interaction, and environmental empowerment) by which the STEM-PBL model affects autonomous learning ability, and evaluates the practical application effect of this model in higher vocational port and shipping-related majors. This provides theoretical references and practical paths for promoting the connotation construction of higher vocational port and shipping majors and improving the quality of talent cultivation.

【Keywords】STEM education; PBL; Higher vocational education; Self-directed learning ability

1 引言

STEM 教育理念强调科学、技术、工程与数学的跨学科整合，就是在真实问题情境中培养学生的创新精神与实践能力^[1]，与融合多学科知识、强调技术应用与工程实践的港航领域特质高度契合。而 PBL 项目式教学模式作为一种以学生为中心，通过

引导其围绕复杂的、真实的驱动性问题进行持续探究、协作以完成项目成果的教学范式，为 STEM 理念的有效落地提供了极具操作性的实施框架^[2]。二者的融合（以下简称 STEM-PBL 模式）创设一个基于行业真实问题的学习环境，使学生在完成任务过程中，主动建构知识、发展技能，从而培养其自

主学习能力。自主学习能力是高素质技术技能人才应对技术迭代和职业变迁的核心素养，它使学习者能够自我驱动、有效调控学习过程，是实现终身学习与职业发展的基石^[3]。对于高职学生而言，这种能力的塑造远比掌握孤立的操作技能更为重要^[4]。然而，尽管 STEM-PBL 模式在高职港航专业教学中的具体实践成效如何？其影响学生自主学习能力的内在机理为何？在落地过程中面临哪些现实制约？现有研究又存在哪些空白？对这些问题的系统梳理与回应，对于深化职业教育教学理论、指导专业教学创新实践具有重要价值。因此，本文通过明晰核心概念、阐释影响机制、总结实践成效、批判性分析研究现状，以期为该领域的后续研究提供清晰坐标，为高职港航专业教学改革与人才培养质量提升贡献智慧。

2 核心概念的研究脉络与述评

2.1 STEM 教育理念的研究演进与内涵深化

STEM 教育理念早期研究多聚焦于科学（S）、技术（T）、工程（E）和数学（M）四门学科的独立价值与简单关联。随着教育实践的深入，STEM 教育的核心价值在于“整合”（Integration）。Sanders（2009）明确提出“整合性 STEM 教育”概念，强调通过源于现实世界的复杂问题，将四门学科的知识与思维方法有机地融为一体^[5]。近年的研究前沿已从“学科整合”迈向“素养导向”，普遍认为 STEM 教育的终极目标是培养学生批判性思维、创造力、解决问题、协作沟通等核心素养^[1]。在高职教育环境下，STEM 理念的研究更加强调与特定产业（如港航、智能制造）的深度耦合，注重基于真实工作过程的技术应用与工程实现能力培养^[6,7]。当前的研究难点聚焦于，如何在不同高职专业中设计出真正具有内在整合性、而非“拼盘式”的 STEM 课程项目与评价体系。

2.2 PBL 教学模式的理论基础与实践模式

PBL 模式的理论可追溯到杜威的“做中学”经验教育哲学与建构主义学习理论。它最初成功应用在医学教育领域，随后广泛用于工程、商科及多个教育层次。PBL 的核心特征是以复杂的、真实的、开放的“驱动性问题”为起点；赋予学生在项目周期内相当的自主权与选择权；要求通过持续探究、协作学习来创造性解决问题；通过不断反思与迭代，最终产生可公开演示的成果^[8,9]。其研究焦点已从有

效性验证，转向优化设计原则与实施细节。在高职领域，PBL 的研究与实践尤为强调项目的“职业真实性”，即项目任务应直接源于企业真实案例或高度模拟工作场景，实现学习过程与工作过程的有机统一^[10,11]。

2.3 自主学习能力的理论模型与测评方法

自主学习能力是现代教育心理学长期关注的核心课题。齐莫曼（Zimmerman）在社会认知理论基础上提出的循环相位模型最具代表性。其将自主学习解析为一个包含计划阶段（任务分析、目标设定、策略规划）、行为表现阶段（自我控制、自我观察）和自我反思阶段（自我判断、自我反应）的动态循环过程，强调个体、行为与环境的三元交互作用^[12]。庞维国（2003）将自主学习能力解构为动机、方法、时间、环境和社会性等维度，为本领域研究提供了重要框架^[3]。在测评方法上，早期主要依赖自陈式量表“自主学习能力量表”^[13]。此方法虽便于施测，但易受社会环境干扰。因此，当前研究采用多元化、过程性的测评方法，包括行为观察（如学习日志分析）、深度访谈，以及基于教育大数据的行为数据（如资源访问模式、论坛交互、作业提交行为）来更客观地评估其自主学习状态^[14,15]。对高职学生而言，其自主学习能力的测评需凸显职业属性，重点关注其在完成综合性实践任务过程中的计划、执行、监控与调节能力。

2.4 核心概念间相互关系的相关研究

关于 STEM、PBL 与自主学习能力三者间的关系，现有研究已从理论逻辑和实践层面进行了初步建构与探索。理论上，学者普遍认为三者存在强内在耦合关系。首先，PBL 被认为是实现 STEM 教育“整合”与“探究”理念的理想教学载体。STEM 项目固有的复杂性、实践性，以项目式学习来组织教学的^[8]。其次，PBL 的教学结构（自主探究、协作、反思）有利于自主学习能力和全面锤炼^[16]。一些实证研究也表明参与 STEM-PBL 的学生在问题解决策略、学习坚持性和协作反思能力上均有显著提升^[17]。然而，现有关于三者关系的研究多集中于宏观理论阐述和相关性分析，对于其内部具体的作用路径（如 PBL 的哪个环节对元认知能力影响最关键）、影响效果的边界条件（如专业差异、学生个体特质的调节作用）等深层机制的实证探索仍显不足^[9,18]，这构成了本研究领域未来需要突破的关键点。

3 STEM-PBL 模式影响高职学生自主学习能力的理论机制

STEM-PBL 模式通过创设一个真实性、挑战性、支持性兼备的学习环境,从多维度、多层面系统性地作用于高职学生的自主学习过程。其影响机制可从以下四个理论视角进行深入阐释:

3.1 动机激发机制:基于自我决定理论

自我决定理论认为,当个体的自主感(Autonomy)、胜任感(Competence)和归属感(Relatedness)三种基本心理需要得到满足时,其内在动机会被显著激发^[19]。STEM-PBL 模式通过以下方式满足这些需要:首先,项目通常允许学生在方案设计、技术路线选择上拥有自主决策空间,满足了其自主感。其次,通过克服挑战、最终完成一个有形的、有价值的项目成果(如一个优化后的港口设备模型),学生获得强烈的胜任感。再次,在小组协作中,与同伴、教师及潜在的企业导师深度互动,使其获得团队归属感。这种由内而外的动机转化,是推动学生从“被动接受”转向“主动探求”的根本动力^[20]。

3.2 认知建构与元认知发展机制:基于建构主义理论

建构主义认为,学习是学习者主动建构意义的过程^[21]。STEM-PBL 项目固有的复杂性和不确定性,使学生无法通过简单记忆和模仿来完成任务。他们必须主动进行计划(如何分解项目步骤、分配资源)、监控(当前方案是否有效、进度是否滞后)、评估(成果是否达到预期标准)和调整(遇到障碍时如何改变策略)。这一系列高阶思维活动,正是元认知能力(对认知的认知)的核心体现^[22]。在“设计-实施-测试-反思”的迭代循环中,学生的元认知能力得到持续、有效的锻炼。

3.3 社会性互动机制:基于社会建构主义理论

社会建构主义强调社会互动在认知发展中的关键作用^[23]。PBL 的小组协作本质,为学生提供了丰富的社会性交互平台。在小组讨论、方案辩论、分工合作与成果互评中,学生不仅共享显性知识,更通过观察同伴的学习策略、倾听他人的反馈意见,不断对比、反思并优化自己的学习计划与行为^[24]。这种通过社会性交互进行的学习,有效地促进了个体自我调控能力的内化与发展。

3.4 环境赋能机制

基于学习环境设计理论 STEM-PBL 模式有意识地创设一个资源丰富、技术集成的学习环境。为完成项目学生需要主动利用各类专业软件(如港口仿真系统、PLC 编程软件)、实验设备、在线资源库及行业技术标准^[7]训练了其信息检索、资源整合与工具运用的能力。学习环境从传统的“约束条件”转变为“赋能工具”,极大地扩展了自主学习发生的空间和深度,使学生能够进行在传统课堂中难以实现的探索与创造。

4 STEM-PBL 模式在高职港航专业的实践应用与效果评析

理论上的优越性需经实践检验。近年来,高职院校尤其在工科类、港航相关专业中开展了诸多 STEM-PBL 的实践探索,成效与挑战并存。

4.1 对自主学习能力各维度的积极影响

多数实践研究表明,设计良好的 STEM-PBL 项目对高职学生自主学习能力的多个维度产生了积极影响。在学习动机与投入度方面,港航现场的真实项目(如“优化集装箱堆场翻箱率”、“设计小型岸电连接系统”)使学生直观感受到学习价值,兴趣和主动性显著增强^[25],学生从“被动听讲”转为“主动查询资料、请教专家、动手实验”。在学习策略与问题解决能力方面,学生必须掌握并运用多种策略性学习技能,如信息检索(查阅专业数据库、技术标准)、数据处理(分析港口吞吐数据)、工具使用(操作专业设备、软件)等^[17]来完成项目。在协作与自我管理能力方面,PBL 的小组形式与时限要求,促使学生必须进行有效的任务分解、时间规划和团队协作,其自我管理能力在实践中得到提升。在评价与反思能力方面,通过项目答辩、成果展示和基于反馈的迭代优化,学生的批判性思维和元认知反思能力获得发展^[26]。

4.2 港航专业的典型实践案例与启示

已有研究展示了 STEM-PBL 在港航专业的具体应用。例如,某高职院校在《港口电气控制技术》课程中,设计了“自动化码头 AGV 小车循迹导航系统优化”项目,学生需综合运用多学科知识解决问题,有效提升了工程实践能力和主动探究精神^[7]。另一案例在《航运管理》课程中引入“基于大数据的某航线船舶调度优化”项目,培养了学生的数据思维和系统优化能力^[25]。从而表明,STEM-PBL 模式在港航专业具有广阔的应用前景。

5 结论

综上所述,融合 STEM 理念的 PBL 教学模式通过其内在的整合性、实践性和探究性,为培养高职港航专业学生的自主学习能力提供了强大的理论可行性与实践有效性。它通过系统性的多重机制,有效促进了学生从“学会”到“会学”的转变。当前的研究与实践已在应用层面取得初步成效,但在科学性、深度与特色化方面仍存不足。未来的研究应致力于从效果验证走向机制探索,从模式借鉴走向本土创新,从经验总结走向数据驱动,并通过深化产教融合、加强师资建设、充分利用智能技术,不断优化 STEM-PBL 模式,从而为新时代港航业输送更多具备卓越自主学习能力和创新精神的高素质技术技能人才。

参考文献

- [1] Schweingruber, H., Pearson, G., & Honey, M. (Eds.). (2014). STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research. National Academies Press.
- [2] Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational psychologist*, 26(3-4), 369-398.
- [3] 庞维国.自主学习:学与教的原理和策略[M].上海:华东师范大学出版社, 2003.
- [4] Knowles, M. S. (1975). *Self-directed learning* (Vol. 291). New York: association press.
- [5] Sanders, M. (2009). Integrative STEM education: primer. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- [6] 王思齐.(2022).基于 STEM 理论的“传感器工作原理及应用”教学设计.物理教学探讨,40(08),30-35.
- [7] 陈为平.(2025).STEM 教育视角下工程训练教师师德师风建设路径研究.福建教育学院学报,26(07),72-76.
- [8] Thomas, J. W. (2000). A Review of Research on Project-Based Learning. San Rafael, CA: Autodesk Foundation.
- [9] Krajcik, J. S., & Shin, N. (2014). Project-Based Learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*(2nd ed., pp. 275-297). Cambridge: Cambridge University Press.
- [10] Barron, B. J., & Darling-Hammond, L. (2008). Teaching for Meaningful Learning: A Review of Research on Inquiry-Based and Cooperative Learning. In L. Darling-Hammond (Ed.), *Powerful Learning: What We Know About Teaching for Understanding*(pp. 11-70). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- [11] 刘景福.(2002).基于项目的学习模式(PBL)研究(硕士学位论文,江西师范大学).硕士.
- [12] Zimmerman,B.J.(2002).Becoming a self-regulated learner:An overview. *Theory into practice*, 41(2), 64-70.
- [13] Weinstein, C. E., Palmer, D., & Schulte, A. C. (1987). *Learning and study strategies inventory (LASSI)*. Clearwater, FL: H & H Publishing.
- [14] Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education. *EDUCAUSE Review*, 46(5), 30-32.
- [15] 陈晓慧 & 徐彬.(2025).数智时代教育数字化转型实践路径与现实困境——基于经合组织的国际经验剖析.电化教育研究,(11),33-40.
- [16] Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently:The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113.
- [17] Barak, M., & Shachar, A. (2008). Projects in technology education and fostering learning: The potential and its realization. *Journal of Science Education and Technology*, 17(3), 285-296.
- [18] 李志河 & 张丽梅.(2017).近十年我国项目式学习研究综述.中国教育信息化,(16),52-55.
- [19] Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "What" and "Why" of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.
- [20] 叶荔辉.(2022).基于 STEM 教育理念的 PBL 教学模式设计与实践研究.电化教育研究,43(02),95-101
- [21] Jonassen, D. H. (1991). Objectivism versus constructivism:

- Do we need a new philosophical paradigm? Educational Technology Research and Development, 39(3), 5-14.
- [22] Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. American Psychologist, 34(10), 906-911.
- [23] Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- [24] Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). An Educational Psychology Success Story: Social Interdependence Theory and Cooperative Learning. Educational Researcher, 38(5), 365-379.
- [25] 熊海鸥.(2017).PBL 教学模式在《物流系统工程》课程教学中的应用.教育教学论坛,(25),213-214.
- [26] 肖倩.(2025).合作学习情境下基于数据驱动学习评价的大学生反思能力提升研究(硕士学位论文,广西师范大学).硕士.
- 版权声明:** ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS