

虚实结合、体验式互动教学实验：航空运输经济学教学模式的创新设计与实践探索

祖天培^{1*}, 康锐¹, 文美林², 金毅¹, 王禹¹, 巴博圣¹

¹杭州市北京航空航天大学国际创新研究院(北京航空航天大学国际创新学院), 浙江 杭州

²北京航空航天大学可靠性与系统工程学院, 北京

收稿日期: 2026年6月4日; 录用日期: 2026年7月4日; 发布日期: 2026年7月9日

摘要

本研究针对《航空运输经济学》课程中教材资源相对不足、理论内容抽象、实践应用环节薄弱等问题, 结合民航特色人才培养需求, 提出“虚实结合、体验式互动教学实验”模式。文章围绕教学实验目标、内容组织、环境创设、情景设计与流程规划展开系统设计, 构建“师生讲授学习-学生探索验证-生生合作对抗”的多元互动路径, 并以“航司视角下机队规划问题”为案例, 依托增强现实民航航线仿真平台开展教学实施。该模式有助于增强理论内容的直观性与实践性, 提升学生的经济分析、决策优化、协同博弈与知识迁移能力, 可为航空运输类课程教学改革提供参考。

关键词

航空运输经济学, 体验式教学, 互动教学实验, 教学改革

A Virtual-Real Integration and Experiential Interactive Teaching Experiment: Innovative Design and Practical Exploration of a Teaching Model for Aviation Transport Economics

Tianpei Zu^{1*}, Rui Kang¹, Meilin Wen², Yi Jin¹, Yu Wang¹, Bosheng Ba¹

¹Hangzhou International Innovation Institute of Beihang University, Hangzhou Zhejiang

²School of Reliability and Systems Engineering, Beihang University, Beijing

Received: June 4, 2026; accepted: July 4, 2026; published: July 9, 2026

*通讯作者。

文章引用: 祖天培, 康锐, 文美林, 金毅, 王禹, 巴博圣. 虚实结合、体验式互动教学实验: 航空运输经济学教学模式的创新设计与实践探索[J]. 教育进展, 2026, 16(7): 242-249. DOI: 10.12677/ae.2026.1671362

Abstract

To address the problems in the teaching of Air Transport Economics, including insufficient teaching resources, abstract theoretical content, and weak practical application, this paper proposes a teaching model featuring the integration of virtual and real environments and experiential interactive teaching experiments. Focusing on teaching objectives, content organization, environment construction, scenario design, and process planning, the study builds a multi-dimensional interactive pathway of “teacher-student instruction, student exploration and verification, and peer collaboration and competition”. Taking the topic of fleet planning from the airline perspective as an example, the model is implemented on an augmented reality civil aviation route simulation platform. The results show that this model helps enhance the intuitiveness and practicality of theoretical content and improves students’ abilities in economic analysis, decision optimization, collaborative gaming, and knowledge transfer, thus providing a useful reference for the reform of aviation transport-related courses.

Keywords

Air Transport Economics, Experiential Teaching, Interactive Teaching Experiment, 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

航空运输经济学课程旨在培养学生应用经济学理论和方法对民航交通运输实践进行系统性分析、解决经济问题的能力，是航空交通运输专业课程体系中的重要组成部分[1]。民航业作为国家重要的战略性新兴产业，是交通强国建设的重要组成部分，在推动教育、科技、人才与产业深度融合方面肩负重要使命，民航特色人才培养对于现代化建设和行业高质量发展具有重要意义[2]。自 1997 年中国四大航空公司上市以来，我国民航业实现跨越式发展，航空运输总周转量稳居世界第二，正由民航大国稳步迈向民航强国[3]。为进一步引领行业提质增效，民航局印发《“十四五”民用航空发展规划》¹，将智慧民航建设确立为主线，强调以民航强国建设为核心导向，构建多渠道、多层次的高水平民航教育和培养体系，打造创新型、技术技能型和国际化人才队伍[4]；2025 年又发布《关于推动“人工智能 + 民航”高质量发展的实施意见》，系统布局数字化、智能化应用场景，进一步强化实践应用能力培养与复合型人才培育要求[5]。在此背景下，传统偏重理论灌输的教学模式已难以适应民航业高质量发展的现实需求。航空运输经济学作为一门实践性较强的专业课程，紧跟国家人才培养战略部署，瞄准中国民航发展新方向、新需求，契合新工科教育改革趋势，推进其教学模式改革与创新，既是完善航空运输类专业人才培养体系的必要举措，也是培养复合型、创新型、高层次民航特色人才的重要路径。

2. 航空运输经济学课程特点

本文以北京航空航天大学与法国国立民航大学大学联合培养的双学位硕士项目(2024 年首期招生)为研究背景。该项目将《航空运输经济学》设为专业必选课程，采用全英文授课模式，具体学分与课时配

¹https://www.caac.gov.cn/XXGK/XXGK/FZGH/202201/t20220107_210798.html

置为2学分、32课时，并纳入考试考核范畴。课程选用民航特色专业系列教材，深度融合国际前沿研究成果，最终构建起一套以培养“具备国际视野、跨学科能力与行业领导力”的民航领域高端人才为核心导向的课程体系。然而，作为一门专业性较强的小众理论课程，《航空运输经济学》面临教材资源相对不完备、理论内容抽象难以直观呈现、学生实践应用环节薄弱等问题，显著增加了“引导学生应用经济学理论和方法对民航交通运输实践进行系统性经济性分析”教学难度。

2.1. 教材资源相对不完备

目前国内以航空运输经济学为题的出版物中，仅有一部专著与一部教材，分别为中国民航出版社2008年出版的《航空运输经济学》[6]，科学出版社2014年出版的同名教材《航空运输经济学》[7]。而国外的英文出版物仅有2024年出版的《Air Transport Economics: From Theory to Application》(第四版)[8]可作为参考。现有中文教材更新滞后，英文教材适配不足，难以同时满足行业前沿性与实践性需求。例如航空碳交易体系的演进等关键议题，均未在现有中文教材中得到充分体现。

2.2. 理论内容抽象难以直观呈现

航空运输经济学以微观经济学和产业经济学为核心理论基础，涵盖航空运输需求与供给分析、成本分析、定价与定价策略、外部性及法规等内容[9]。航空运输经济学理论体系的抽象性较强，难以开展直观化教学，主要体现在以下三方面。一是认知跨度较大，经济学模型与航空运输现实之间的差距导致理论难以联系实际；二是应用条件性强，核心理论的有效性高度依赖于具体情境；三是系统复杂性高，航空业受政策、市场、突发事件等多重变量交互影响，教学需要具象化航空业受政策、市场、突发事件等多重变量交互影响，帮助学生理解。

2.3. 学生实践应用环节薄弱

航空运输经济学是一门强调实践应用能力的课程，学生的实践应用训练是实现教学目标的关键[10]。一方面，传统教学模式下，学生主要通过案例分析、课后作业等形式接触实践问题，但这些方式往往缺乏真实场景的沉浸感，难以有效激发其主动探索和解决问题的兴趣；另一方面，由于航空运输实践环境的特殊性和业态的复杂性，学生很难在真实运营环境中进行经济分析和决策模拟，导致理论与实践之间存在明显断层。

基于上述课程特征，航空运输经济学教学迫切需要从传统理论传授，向“虚实结合、体验式教学”的创新模式转型。通过形成“师生讲授学习-学生探索验证-生生合作对抗”的教学路径和“虚实结合、体验式教学”的互动模式，有效弥补教材的不完备性、化解理论的抽象性、接轨行业的实践性，从而为学生搭建从经济学理论通向民航运输实践的分析桥梁，为同类专业课程的教学改革提供可资借鉴的范式。

3. 虚实结合、体验式互动教学实验

虚实结合、体验式互动教学实验，是一种依托增强现实技术构建沉浸式特定实践场景，助力学生完成知识建构、规律探索与能力生成的互动式教学模式。其突破了传统教学中“教师讲授-学生学习”的单一维度，形成了“师生讲授学习-学生探索验证-生生合作对抗”的多元互动体系。

在学术语境中，“实验”通常指实验者对一个或多个自变量进行操控，并记录因变量随之变化的过程[11]。由此延伸，“教学实验”便是为检验特定理论方法、达成既定教学目标，而设计并实施的一系列有计划、有组织的教学操作流程。本文提出的虚实结合、体验式互动教学实验，则是一种融入增强现实技术等现代科技手段，引入游戏化教学理论[12]对教学情景与流程进行系统性重构，从而为学生创设出兼具高仿真性、强沉浸感与良好知识迁移能力的新型教学实验方法。

该环境以技术赋能打破传统教学中“单向知识传递”的局限，构建起“师生讲授学习-学生探索验证-生生合作对抗”的协同化多元互动体系，其内在逻辑与实践路径具体体现为以下三方面：教师借助增强现实技术将抽象知识转化为可视化、可操作的场景任务，帮助学生形成基础认知；学生在虚拟实验环境中通过交互操作与自主探究深化对知识规律的理解；并在合作与对抗中通过任务协同、策略比较与结果反馈实现反思修正，进而推动知识内化与能力迁移。

综上，虚实结合、体验式互动教学实验的核心价值不仅体现在知识传授和行为参与层面，更在于其能够构建“理论-实践-迁移”的完整闭环，推动学生在实验验证与互动应用中实现知识内化、逻辑整合与能力转化，最终完成从“学知识”到“用知识”的进阶。

4. 面向航空运输经济学的虚实结合、体验式互动教学实验设计

4.1. 教学实验目标设定

为深化《航空运输经济学》课程的教学改革，基于虚实结合、体验式互动教学实验，应依托增强现实与虚拟仿真技术，构建高度情景化、规则导向的航空运输经济实践场景，引导学生通过沉浸式探索与协同实践，实现从理论认知到能力迁移的系统性提升。

例如，通过“极端天气下的航班调度经济性决策”这一多约束条件下的虚拟实践任务可以锻炼学生综合运用数据建模、边际分析、风险预测等方法、制定经济最优方案的能力；依托“不确定环境下的混合机队的维保资源优化与签派可靠度提升”这一多角色合作对抗任务，培养学生在博弈中锻炼沟通协调、资源整合与战略推演素养。

4.2. 教学实验内容筛选与组织

教学实验内容的筛选与组织，需以航空运输经济学课程知识体系为锚点，契合体验式学习的认知发展规律，实现“产业实践场景-课程核心内容-体验式学习路径”的三维适配，推动学生完成从理论认知到实践能力的系统性转化。具体来说应该满足“内容核心性-体验适配性-产业协同性”三条原则。

内容核心性原则是指要优先选择课优先选取课程中的核心理论模块与高频实践场景，确保内容的学科代表性。例如，可以聚焦航空运输市场供需分析、航班运行经济性优化、机队规模与结构优化等模块，这类内容既是课程知识体系的关键支撑，也是民航从业者需解决的实际问题。体验适配性原则是指依据内容的认知复杂度与实践特征，构建由浅入深、由易到难，由感官到思辨的内容体系，实现内容与体验式学习路径的精准匹配。产业协同性原则是指内容筛选需紧密衔接民航产业发展的前沿动态与现实诉求，确保教学实验与行业实践同频共振。

依照“内容核心性-体验适配性-产业协同性”三条原则，可实现对教学实验内容的系统化筛选与组织。通过这种三维适配机制，教学实验内容既保持学科理论的严谨性，又获得产业实践的生命力，最终形成“基础理论可视化-核心技能场景化-战略思维实战化”的递进式培养路径。

4.3. 教学实验环境创设

面向航空运输经济学的虚实结合体验式互动教学实验环境，需要通过硬件平台的物理支撑与仿真系统的逻辑赋能，深度融合实体操作、虚拟仿真与互动任务，实现“实体场景感知+虚拟数据仿真+互动任务实践”的教学实验环境的创设。

硬件平台是教学实验环境的实体载体，应具备航空运营核心场景还原度、适配教学场景的交互便捷性和经济性多维指标数据可视化三种能力，从而适配虚实结合体验互动教学的要求。

仿真系统作为教学实验环境的逻辑核心，需以航空运输经济学的核心知识点为主线，构建涵盖运输

市场、航线网络、收益管理、机队规划等模块的数字化仿真引擎。该系统应适配感官型体验、思辨型体验及师生教学互动等多类教学活动，并具备良好的可扩展性与二次开发适应性，支持教师根据教学进展灵活调整模型参数、实验规则与任务内容。

硬件平台与仿真系统的有机适配，需从系统架构、数据接口与功能模块等多个层面实现无缝集成与双向通信，最终应落实到以教学实验目标为导向的具体环境建设中，紧扣“内容核心性 - 体验适配性 - 产业协同性”原则，构建能够高度模拟现实、规则驱动、符合航空运输经济实践需求的教学实验场景，真正实现沉浸式互动体验。

4.4. 游戏叙事与情景设计

游戏叙事与情景设计是应用游戏化教学理论的核心，其关键是在非游戏化情景中设计和应用游戏化元素。因此，游戏叙事与情景设计需以航空运输经济学核心知识体系为叙事骨架，以民航产业真实场景为情景蓝本，通过“主线 - 支线 - 动态冲突”三层结构实现教学目标、知识与游戏进程的深度融合。整体设计需系统融入“师生讲授学习 - 学生探索验证 - 生生合作对抗”的多元互动机制，尤其在“生生合作对抗”环节应着力构建对弈式游戏模式，通过对战、竞赛和博弈情境激发学生的好胜心和求知动力，从而提升参与深度与决策反思能力。

在主线叙事层面，应围绕“机场 - 航司 - 市场”三维主体的经济互动构建核心故事框架，将教学目标转化为具象化的多角色对抗任务。设计需注重航空运输全链条运营逻辑的真实性，弱化娱乐化虚构，确保叙事推进与资源配置、成本效益等核心知识点的应用场景紧密对应。

支线情景设计需依据“内容核心性 - 体验适配性”原则，将抽象知识点转化为多层次任务矩阵。应系统构建“感官型 - 思辨型”递进式情景，特别是在运力调配、票价策略等环节设置小组竞争目标，借助实时数据看板公示关键绩效指标，营造竞争氛围，促使学生主动优化策略。

动态冲突机制通过引入资源争夺、排名竞赛等对弈机制，创设高度紧张的决策环境，突出多主体博弈特性，构建“个体 - 小组”多层对抗架构。情景呈现应集成多终端实时交互、团体成绩排行、胜负即时反馈等功能，构建具有强烈竞技感的游戏化学习环境，实现实体场景与虚拟数据的深度融合。

4.5. 教学实验流程规划

教学实验流程以“师生讲授学习 - 学生探索验证 - 生生合作对抗”为主线，依托“感官型 - 思辨型”递进式情景，构建环环相扣、逐步深化的三阶段闭环。

教师首先借助增强现实技术开展理论可视化讲授，并导入感官型初始任务；随后，学生在虚拟实验环境中通过参数调整、仿真运行与实时反馈完成规律验证，任务由感官型逐步过渡至思辨型；最后，学生以小组形式进入合作对抗环节，围绕复杂经济问题开展策略设计、交互操作与效果比对，并在复盘总结中实现“理论 - 实践 - 迁移”的知识内化与能力提升。

5. 教学实施案例

为具体说明虚实结合、体验式互动教学实验在航空运输经济学课程中的应用，我们以“航司视角下机队规划问题”一节为例，依托增强现实民航航线仿真平台，设计并实施了一轮沉浸式、对抗性的教学实验。本案例围绕航空公司在复杂天气条件下的运营决策问题，突出经济性分析、资源配置与风险管理能力的综合训练。

5.1. 教学实验前准备

实验前准备环节主要由老师引导同学完成。老师介绍增强现实民航航线仿真平台的系统组成与输入

输出，组织学生分组，为教学实验的进行做好准备。

(1) 增强现实民航航线仿真平台的系统组成

增强现实民航航线仿真平台的主要由 AR 民航机场实体沙盘、AR 沙盘物件识别与追踪系统、智慧一体机显示系统、民航航线仿真优化系统组成，如图 1 所示。



Figure 1. Augmented reality civil aviation route simulation platform
图 1. 增强现实民航航线仿真平台

该平台集实体场景还原、虚实交互、数据可视化与仿真分析于一体，能够动态展示机场运行状态、航线任务执行过程及相关经济性指标。其中，实体沙盘用于还原机场关键设施与运行场景，其余系统则共同支持交互指令识别、运行状态展示、仿真计算与结果反馈。

总体而言，该平台既满足了高还原度场景再现、交互便捷和多维数据可视化的教学需求，又能够适配感官型体验、思辨型体验及师生互动，为体验式互动教学实验提供技术支撑与实施环境。

(2) 增强现实民航航线仿真平台的基本仿真逻辑

机队规划问题不仅包含的机队中飞机的类型与数量，也包括了每一架飞机到每一条航线的具体匹配关系。为适配“航司视角下机队规划问题”的教学内容，增强现实民航航线仿真平台的基本仿真逻辑如下。

平台将飞机与机队配置参数、可靠性与维修性参数、故障与调度规则、天气数据及航线数据设为可变输入，并基于离散事件仿真与多智能体仿真技术模拟飞机与航线的匹配过程。在仿真过程中，系统可动态响应突发故障、天气变化等随机事件，并实时调整运行状态。最终，平台以多维指标形式输出仿真结果，包括飞机使用率、延误率、签派可靠度及平均修复时间等经济性、可靠性与维修性指标。

通过上述仿真逻辑，平台能够较为真实地呈现航司机队规划中的复杂决策过程，帮助学生在接近真实的运营场景中理解机队规划的经济性问题。

5.2. 教学实验内容

“航司视角下机队规划问题”教学实验内容严格遵循“感官认知 - 思辨验证 - 对抗迁移”的教学逻辑，具体内容如下：

(1) 理论可视化讲授与感官型任务导入

教师利用增强现实技术对机队规划相关理论进行可视化呈现。通过智慧一体机显示系统与 AR 民航机场实体沙盘，动态展示航班调度、航线布局与机队规划之间的关联关系，以及民航航线仿真系统的基本运行逻辑。在此基础上，教师布置以感官型操作为主的入门任务，引导学生通过交互操作观察系统输入参数变化及其对仿真输出结果的影响。

(2) 虚拟实验探索与思辨型规律验证

在完成感官型体验后,教师引导学生设计“航司视角下机队规划”实验方案,探究系统可变输入参数对机队规划执行效果的定量影响。学生在实验过程中综合分析不同变量之间的相互作用,重点权衡成本、收益与可靠性之间的关系,形成初步的机队规划策略与方案。

(3) 合作对抗游戏

在掌握系统规律后,教学实验进入“生生对抗”的高潮游戏环节,旨在实现知识的综合应用与能力的升华。

关于“生生对抗游戏”的内容介绍如下:

a) 游戏角色:危机终结者与麻烦制造者

b) 角色分工:麻烦制造者负责设置系统异常参数(如模拟突发故障、发布极端天气预警),目标是最大化对手的经济损失;危机终结者,需快速调整策略以化解危机,守护航线运行的经济性、可靠性等指标。

c) 游戏机制:教师根据班级实际学生数量,将学生分成A、B两组;两组轮流扮演麻烦制造者与危机终结者。为体现现实世界的不确定性,麻烦制造者的“破坏性”操作次数将比危机终结者的“守护性”操作次数多1次。

d) 胜出机制:对抗过程中,智慧一体机实时显示各组的关键经济指标排名变化,与benchmark相比,破坏程度好/守卫效果好的一方获胜。

5.3. 教学实验实施与总结

在教学实验实施过程中,教师组织学生按照上述三阶段内容依次开展活动,并对实验过程、学生表现及结果输出进行记录,形成教学实验记录与学生实验报告。实验结束后,教师引导学生开展复盘讨论,对实验报告进行总结点评,将实践中的感性认识重新纳入航空运输经济学的理论框架之中,推动“理论-实践-迁移”的内化过程。通过这一递进式教学实验,学生在掌握机队规划相关知识的同时,也提升了在复杂动态情境下进行分析、决策、协作与反思的综合能力。

6. 结语

本文系统阐述了“虚实结合、体验式互动教学实验”在《航空运输经济学》课程中的创新设计与实践路径。通过增强现实技术构建高度情景化的航空运输经济实践场景,突破了传统教学中理论抽象与实践脱节的局限,形成了“师生讲授学习-学生探索验证-生生合作对抗”的多元互动体系。教学实验以“感官型-思辨型”递进式任务为核心,依托具象化操作、规律探索与博弈对抗三阶段闭环,推动学生完成从知识建构到能力迁移的深度转化。

以“航司视角下机队规划问题”为例的教学案例表明,该模式显著提升了学生在复杂动态环境中分析决策、协作反思的综合能力,实现了理论与产业实践的高度融合。未来可进一步拓展技术边界,深化多学科交叉实验设计,为培养面向中国式现代化的民航战略人才提供持续支撑。

致 谢

本研究得到“虚实结合、体验式互动教学视角下的创新性探索:以航空运输经济学为例”教改项目的资助,谨致谢意。

参考文献

- [1] 陈林. 浅析《航空运输经济学》的学科体系[J]. 经济研究导刊, 2013(22): 201-202.
- [2] 郭润夏, 冯炯晖, 李岚, 等. 民航特色人才培养路径研究[J]. 民航管理, 2025(2): 6-10.

-
- [3] 付晓天. 从相对封闭到对外开放: 民航借助外资加快发展[EB/OL]. https://www.caac.gov.cn/PHONE/XWZX/MHYW/200812/t20081210_12178.html, 2008-12-10.
- [4] 孟斌, 路娜, 李广春. 智慧民航建设背景下交通运输类新工科人才培养体系建设途径探索[J]. 郑州航空工业管理学院学报(社会科学版), 2025(z1): 50-53.
- [5] 中国民用航空局关于印发推动“人工智能 + 民航”高质量发展实施意见的通知[EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202512/content_7050374.htm, 2025-11-19.
- [6] 陈林. 航空运输经济学[M]. 北京: 中国民航出版社, 2008.
- [7] 吴薇薇. 航空运输经济学[M]. 北京: 科学出版社, 2014.
- [8] Vasigh, B., Fleming, K. and Tacker, T. (2024) Introduction to Air Transport Economics: From Theory to Applications. 3rd Edition, Routledge.
- [9] 吴薇薇. 民航运输管理专业航空运输经济学课程教学改革研究[J]. 科技视界, 2014(7): 80+148.
- [10] 孙庭锋. 基于翻转课堂的高职《民航运输经济学》课程标准开发实践[J]. 旅游纵览(下半月), 2018(8): 221-223.
- [11] 伍佳丽, 徐章韬. 微言要义: “实验”与“试验”之辨[J]. 中小学数学(高中版), 2015(9): 29-31.
- [12] Bai, S.R., Hew, K.F. and Huang, B.Y. (2020) Does Gamification Improve Student Learning Outcome? Evidence from a Meta-Analysis and Synthesis of Qualitative Data in Educational Contexts. *Educational Research Review*, **30**, Article 100322. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100322>