认知需求驱动的连续情境项目式教学模式构建——以《机器学习中的概率统计》课程为例

董平

上海对外经贸大学 统计与数据科学学院，上海 201620

DOI:10.61369/ASDS.2026090004

摘　　要： 生成式人工智能的发展对机器学习课程的人才培养提出了新的要求，教学重点需在知识传授和模型实现的基础上，进一步聚焦模型内核理解、建模思维与创新思维培养。本文以《机器学习中的概率统计》课程为例，推动教学设计由“上好一节课”拓展至“上好一门课”，探索机器学习课程的整体性改革路径。教学团队在前期问题驱动、项目实践和数字化课程建设基础上，构建认知需求驱动的连续情境项目式教学模式。该模式以认知需求为内在驱动力，以连续情境贯穿课程全过程，围绕同一现实问题域，从不同建模视角组织模块任务，培养学生多视角分析与解决问题的能力。在课程组织上，以“双层递进”为主线，以“三线协同”为支撑，强化模块间的认知递进，促进模块内部项目推进、模型发展与认知发展的协同。在长期课程建设中，学生在学习参与、项目实践、成果展示和学科竞赛等方面表现良好，问题分析、模型应用和创新实践能力也得到持续提升。该模式为机器学习类课程由单课时层面的教学设计向课程整体层面的系统重构提供了参考。

关 键 词： 认知需求；连续情境；项目式教学；双层递进；机器学习课程

Development of a Cognitive-Need-Driven Continuous-Context Project-Based Teaching Model—A Case Study of the Course Probability and Statistics in Machine Learning

Dong Ping

School of Statistics and Data Science, Shanghai University of International Business and Economics, Shanghai 201620

Abstract: The rapid development of generative artificial intelligence has placed new demands on talent cultivation in machine learning education. Beyond knowledge acquisition and model implementation, greater emphasis is now needed on understanding the underlying principles of models and developing modeling and innovative thinking. Taking Probability and Statistics in Machine Learning as an example, this study explores a holistic approach to course reform by extending instructional design from teaching “a good lesson” to “a good course”. Building on previous practices in problem-driven learning, project-based practice, and digital course development, the teaching team developed a cognitive-need-driven continuous-context project-based teaching model. The model takes cognitive needs as the internal driving force and uses continuous contexts to connect the learning process throughout the course. Through a mechanism of “dual-level progression and three-line coordination”, the course content and teaching process are reorganized to reflect different modeling perspectives, and promote cognitive progression across modules and the coordinated development of project advancement, model learning, and cognitive development within each module. Continuous teaching practice has demonstrated positive outcomes in student engagement, project-based practice, presentation of learning outcomes, and academic competitions, while students have also shown further development in problem analysis, model application, and innovative practice. This model provides a reference for machine learning courses seeking to move from lesson-level instructional design toward holistic course-level reconstruction.

Keywords: cognitive needs; continuous context; project-based learning; dual-level progression; machine learning course

基金项目：上海高校市级重点课程；上海对外经贸大学“数智”课程建设。

作者简介：董平（1989—），女，河北人，博士，讲师，硕士研究生导师，研究方向为统计机器学习、高维统计分析等。

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

引言

本文以《机器学习中的概率统计》课程为对象。针对机器学习课程模型多、知识关联紧密，而教学设计往往侧重单个知识点和单课时、缺乏课程整体衔接的问题，探索由“上好一节课”向“上好一门课”拓展的教学改革路径。本文的主要创新体现在以下三个方面：（1）由单课时设计拓展到课程整体设计。从整门课程出发统筹知识结构、项目任务与学习过程，以同一现实问题域贯穿不同教学模块，从不同建模视角设置相互关联的任务，培养学生多视角分析与解决复杂问题的能力，并建立不同模型之间的内在联系。（2）以认知需求驱动模型学习。不再按照既定知识顺序直接引入新模型，而是通过任务递进，使学生在运用已有方法解决问题的过程中逐渐认识其适用边界与局限，由此产生学习新模型、比较不同方法并尝试改进方法的内在需要。（3）构建以“双层递进”为主线、“三线协同”为支撑的课程组织机制。在课程层面形成模块间的认知递进，在模块内部促进项目推进、模型发展与认知发展的协同，引导学生由模型应用走向模型理解、方法选择、灵活迁移与方法创新。

一、课程改革背景与现实需求

人工智能的快速发展正在重塑高校人才培养的知识结构与能力要求。《教育强国建设规划纲要（2024—2035年）》及教育数字化相关政策提出，要推进人工智能赋能教育教学，促进课程体系与教学模式改革[1,2]。特别是在生成式人工智能能够辅助知识检索、代码生成和模型实现的背景下，机器学习课程的教学重点不宜仅停留在模型公式、算法步骤和程序实现层面，而应更加注重学生对模型内核的理解，引导其认识模型的适用条件，并能够根据问题变化进行方法选择、调整与改进，从而培养建模思维与创新思维，提升运用模型解决现实问题的能力[3-5]。

《机器学习中的概率统计》是上海对外经贸大学面向应用统计专业本科三年级学生开设的专业选修课，共32学时、2学分。课程立足概率统计理论，以机器学习模型为主要载体，面向真实问题开展建模教学，着力建立统计理论与人工智能方法之间的联系。教学内容涵盖分类、聚类、回归、降维和序列建模等基本方法，同时注重揭示模型背后的概率统计思想，并通过模型比较、方法改进和开放性任务，培养学生的问题分析、模型应用、方法选择与创新实践能力。

近年来，国内高校不断推进机器学习和人工智能类课程教学改革，相关探索涉及知识迁移贯通、项目式学习、AI平台支持、认知发展和深层学习等方面，课程教学逐渐由知识讲授向实践应用、自主学习和创新能力培养拓展[6-10]。项目式学习对知识深层理解与迁移应用的促进，有赖于合理的任务设计、知识联系和学习支持，而非简单增加项目数量[7,10]。从课程整体组织来看，若仍以单个模型配套单个案例或项目，学生虽然能够依次掌握不同算法，却容易将其理解为相互独立的知识单元，难以把握不同模型所对应的问题视角、适用条件及其内在联系，也不利于形成多视角分析和解决复杂问题的能力。

《机器学习中的概率统计》课程前期已开展问题式驱动与ADDIE教学设计，并引入真实案例、项目实践、科研反哺和学科竞赛，在模型理解与实际应用方面积累了较为丰富的教学实践[11,12]。随着课程建设逐步深入，教学关注点也由模型的理解与应用拓展到问题认识与模型学习之间的内在联系。学生不仅需要掌握模型的原理与应用，还需要理解任务条件的变化如何带来新的建模需求，认识已有方法在不同条件下的适用边界，并在问题分析过程中形成学习新方法、比较不同方法和改进已有方法的需要。

由此可见，当前课程改革需要突破单个知识点、单个模型和单个项目的局部设计，从整门课程出发重新审视情境设计、知识组织、模型学习与学生认知发展之间的关系。如何引导学生对同一类复杂问题从不同建模视角展开分析，使不同模型随着认知的深化而自然衔接，并在这一过程中形成模型理解、方法选择与创新思维，成为课程改革需要解决的核心问题。

二、认知需求驱动的连续情境项目式教学模式构建

针对这一核心问题，课程将认知需求、连续情境与项目式学习有机融入课程设计与实施，构建认知需求驱动的连续情境项目式教学模式，其框架如图1所示。

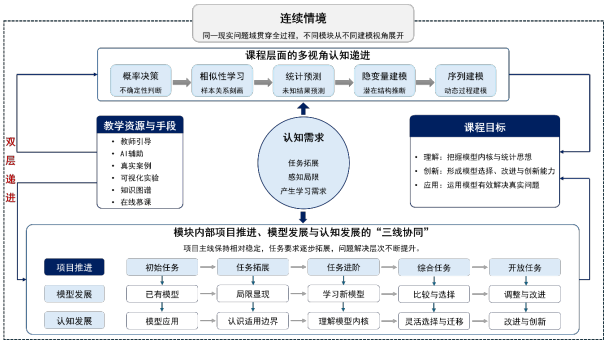


图1：认知需求驱动的连续情境项目式教学模式框架

认知需求是该模式运行的内在驱动力。本文所称的认知需求，是指学生在解决问题过程中，由已有知识与当前任务之间的不匹配而产生的深化问题认识、学习新方法和改进已有方法的内在需要。与按照既定知识顺序直接引入新模型相比，该模式强调将新知识的学习建立在真实任务需求之上。已有研究表明，先让学生尝试解决问题，再进入新知识的学习，有助于促进学生对后续知识的理解[13]。同时，项目式学习的成效还取决于合理的任务

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

设计、知识联系和学习支持[7,10,14]。

连续情境是贯穿整门课程的问题载体。课程以相对稳定的现实问题域为基础，根据不同阶段的学习需要设置相互关联的任务，使学生能够在连续的问题背景中展开学习。连续情境并不要求各模块使用完全相同的数据或完成相同任务，而是允许任务目标、数据内容和分析方法随课程推进而变化，同时保持各模块之间的问题关联。

在课程组织上，该模式形成课程层面与模块内部相互衔接的“双层递进”结构。课程层面的递进从不同建模视角组织各模块学习任务，使学生由单一视角分析拓展到多视角分析，并建立不同模型之间的联系。模块内部则以项目为主线，将项目推进、模型发展和认知发展的“三线协同”嵌入任务实施全过程：项目任务由初始任务走向进阶、综合与开放任务；模型发展由已有方法应用走向新模型引入、比较选择与调整改进；学生认知则由掌握模型使用走向认识适用条件、理解模型内核以及方法迁移与创新。两个层面的递进相互衔接，共同构成整门课程的认知发展路径。

真实案例、实际数据以及科研成果转化的实践问题构成课程的重要问题与数据资源，教师引导、AI 辅助、可视化实验、知识图谱和在线学习资源等则为教学实施提供必要支持。教师通过任务组织和关键问题引导学生推进学习，AI 工具和可视化实验辅助模型理解、方案比较与结果分析，知识图谱和在线资源支持自主学习与开放探索，从而为学生在真实问题解决中开展模型学习与方法探索创造条件。

三、课程体系重构与项目设计

（一）连续情境下的五模块课程重构

在课程实施中，选取航空安全监测与风险预警作为贯穿五个模块的现实问题域，基于飞行运行数据设置相互关联的学习任务。不同模块分别从不确定性判断、样本关系刻画、未知结果预测、潜在结构推断和动态过程建模等视角展开，使学生在同一现实背景下从不同角度分析和认识复杂问题。

据此，课程重构为概率决策、相似性学习、统计预测、隐变量建模和序列建模五个模块。学习任务从基于已有信息进行风险判断，逐步延伸到识别相似状态与群体结构、预测未知结果、揭示观测指标背后的潜在结构并描述飞行状态的动态演化。不同任务对应不同的问题抽象与建模方式，使原本相对分散的机器学习模型在同一问题域中建立联系，形成课程层面的认知递进。具体设计见下表。

表：连续情境下的课程模块与项目任务设计

课程模块	认知主题	项目任务	主要模型与方法
概率决策	不确定性判断	根据飞行环境与运行指标判断风险状态并进行决策	朴素贝叶斯、逻辑斯谛回归、最大熵模型
相似性学习	样本关系刻画	检索相似飞行状态，发现风险群体与异常模式	K 近邻、KD 树、K-means、DBSCAN
统计预测	未知结果预测	根据已有运行信息预测飞行参数与风险指标， 并开展跨机型或跨机场迁移预测	线性回归、核回归、迁移学习
隐变量建模	潜在结构推断	从多维观测指标中发现潜在风险结构与运行状态	高斯混合模型、EM 算法、PCA
序列建模	动态过程建模	分析飞行事件序列及风险状态随时间的演化过程	n-gram、马尔可夫模型、隐马尔可夫模型

通过五个模块的连续学习，学生逐步认识到同一复杂问题可以根据不同分析目标抽象为具体模型，并以此选择相应的方法，从而建立问题需求与模型方法之间的联系，形成从问题出发进行建模与方法选择的思维方式。

（二）模块内部的递进式项目设计

模块内部以连续项目贯穿学习过程，不同模型随着任务变化依次展开。以相似性学习模块为例，设置“航空运行状态识别与风险模式发现”项目，将风险状态识别、相似样本检索、潜在群体发现、复杂结构识别和开放分析等任务贯穿于同一项目中，具体过程如图 2 所示。

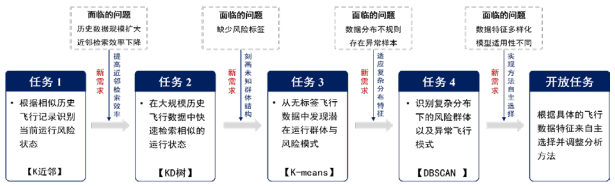


图2：相似性学习模块项目任务与模型学习过程示意图

项目从有标签历史飞行数据的风险状态识别开始，学生通过查找相似历史记录学习 K 近邻方法。随着历史数据规模扩大，近邻检索效率下降，学习任务转向大规模数据下的快速检索，并学习 KD 树方法。当风险标签缺失时，任务进一步转向无标签数据中的潜在群体与风险模式发现，由此学习 K-means；面对不规则数据分布和异常样本，则进一步学习 DBSCAN。项目最后设置开放任务，不再指定具体模型，由学生根据数据特征自主选择方法，并尝试调整距离度量、模型参数或分析方案。

在这一过程中，前一阶段面临的问题成为下一阶段学习需求的来源，并进一步转化为新的项目任务。模型因此不是按照既定顺序依次讲授，而是伴随项目中的实际需要进入学习过程。学生也由使用单一方法完成任务，逐渐发展到认识方法适用条件、比较不同模型并自主作出选择，从而将项目推进、模型发展与认知发展落实到具体教学活动中。

四、课程评价与改革成效

课程采用过程性评价与成果评价相结合的方式，在考查基本知识和模型方法掌握情况的同时，关注学生的问题分析、模型选择、方法比较与改进能力。期末考核以课程论文和实际项目为主，并结合成果展示、现场答辩以及教师、企业导师和学生互评等方式进行综合评价。

（1）课程吸引力逐步提升。根据历年选课记录，课程选课人数由开设初期的35人增加到目前的110人，选课规模总体呈增长

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

趋势，在一定程度上反映了学生对课程的关注和认可。

（2）项目实践不断拓展。课程项目由模型实现逐渐延伸到问题分析、方法比较、结果解释和成果展示，部分学生还将分析结果开发为交互式应用，项目学习的完整性和实践性得到增强。

（3）创新实践得到延伸。学生将课程所学应用于统计建模、市场调查与分析等学科竞赛以及创新实践项目，课程学习逐渐由课堂任务拓展到更加综合的实际问题分析。

（4）课程学习与科研训练相互促进。教学团队将科研项目、前沿方法和实际研究问题适度融入课程，部分学生进一步将课程中形成的建模思路和分析方法应用于科研训练、毕业论文及相关研究，在课程学习与专业研究之间形成了较好的衔接。

五、结束语

当模型调用和代码实现日益便捷，机器学习课程更需要关注学生能否理解为什么选择某种模型，以及面对问题变化时如何比较、调整和改进方法。本文从课程整体出发，以连续的现实问题为依托重新组织模块任务与模型学习，使学生在解决问题的过程中建立问题需求与模型方法之间的联系，并由单纯会使用模型，逐渐走向理解模型、选择方法与开展创新。

从课程建设与实施情况看，学生在学习参与、项目实践、创新竞赛和科研训练等方面表现良好。后续将继续优化模块间的任务衔接与开放性项目设计，探索连续情境项目的沉浸式、游戏化呈现方式，通过更具交互性的任务情境增强学生的学习体验，同时完善课程评价与学习过程数据采集，为教学模式的持续改进提供依据。

参考文献

[1] 中共中央，国务院 . 教育强国建设规划纲要（2024—2035 年）[A/OL].2025-01-19.

[2] 教育部等九部门 . 关于加快推进教育数字化的意见 [A/OL].2025-04-16.

[3] 顾小清，王成梁，王培均，等 . 生成式人工智能赋能教学的机制、需求与路径 [J]. 中国教育学刊，2025,(4):15-22.

[4] 祝智庭，赵晓伟，沈书生 . 融智课堂：融入 AI 大模型的创新课堂形态 [J]. 电化教育研究，2024,45(12):5-12+36.

[5] 孙阳，李明珠，徐放，等 . 智能时代背景下创新人才培养模式的探索与实践 [J]. 高教学刊，2026,12(8):74-76+81.

[6] 李爽，韩锐，李轩涯 . 基于知识迁移贯通的机器学习课程教学改革 [J]. 计算机教育，2024,(5):53-58.

[7] 桑国元，王佳怡 . 数字技术赋能项目式学习：现实图景、逻辑理路与生态系统 [J]. 电化教育研究，2025,46(9):22-29.

[8] 丁卉 . 开源 AI 平台助力人工智能类课程项目式自主协作教学模式研究 [J]. 计算机教育，2024(6):120-124.

[9] 董理，彭成斌，严迪群，等 . 基于层次化认知模型的本科机器学习课程教学改革 [J]. 计算机教育，2023(5):91-95.

[10] 郝莉，冯晓云，郭永春，等 . 促进深层学习的项目式课程教学创新设计理论与方法 [J]. 高等工程教育研究，2025(3):6-18.

[11] 董平，赵霞 . 基于问题式驱动和 ADDIE 模型的跨学科选修课程教学设计 [J]. 曲阜师范大学学报（自然科学版），2025,51(1):122-128.

[12] 范彩云，董平 . 围绕专业人才培养目标的数据挖掘与机器学习课程教学改革与实践 [J].Applied Statistics and Data Science, 2025, 1(3):60-63.

[13]Sinha T,Kapur M.When problem solving followed by instruction works: Evidence for productive failure[J].Review of Educational Research,2021,91(5):761-798.

[14]Guo P,Saab N,Post L S,et al.A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures[J].International Journal of Educational Research,2020,102:101586.

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.