

新工科视域下概率统计课程教学模式改革与实践

徐 循

湖北工业大学工程技术学院 湖北武汉

【摘要】在新工科建设深入推进的时代背景下，传统《概率论与数理统计》课程面临着知识传授与能力培养脱节、理论教学与工程应用分离、封闭课堂与开放创新对立的现实困境。本文针对当前课程在统计思维建立、实际问题解决及育人成效方面的不足，提出基于认知心理学“命题-实践-成长”的三层次教学理念，构建了面向新工科需求的渐进式教学框架。该框架包括命题逻辑教学的情景化六步法、课堂案例教学的三阶递进法以及学科交叉拓展的六步项目法。通过湖北省一流课程平台实施改革，实现了从知识课堂向能力课堂、灌输课堂向实践课堂、封闭课堂向开放课堂的三大转变。教学实践表明，该模式有效提升了学生的概率统计思维、工程建模能力和创新素养，为新工科人才培养提供了可借鉴的课程改革路径。

【关键词】新工科；概率论与数理统计；教学模式；认知心理学

【收稿日期】2026 年 1 月 6 日

【出刊日期】2026 年 2 月 8 日

【DOI】10.12208/j.ssr.20260064

Reform and practice of probability and statistics course teaching model under the perspective of new engineering education

Xun Xu

School of Engineering and Technology, Hubei University of Technology, Wuhan, Hubei

【Abstract】In the context of the in-depth advancement of the construction of new engineering education, the traditional course "Probability Theory and Mathematical Statistics" faces the practical dilemma of a disconnect between knowledge transmission and ability cultivation, separation between theoretical teaching and engineering application, and opposition between closed classrooms and open innovation. This paper addresses the shortcomings of the current course in establishing statistical thinking, solving practical problems, and improving educational effectiveness. Based on the three-level teaching concept of "proposition-practice-growth" in cognitive psychology, a progressive teaching framework oriented towards the needs of new engineering education is proposed. This framework includes a six-step contextualized method for propositional logic teaching, a three-stage progressive method for classroom case teaching, and a six-step project method for interdisciplinary expansion. Through the implementation of the reform on the Hubei Provincial First-Class Course Platform, three major transformations have been achieved: from a knowledge-based classroom to an ability-based classroom, from a didactic classroom to a practical classroom, and from a closed classroom to an open classroom. Teaching practice shows that this model effectively improves students' probabilistic and statistical thinking, engineering modeling ability, and innovative literacy, providing a referable path for curriculum reform in the cultivation of new engineering talents.

【Keywords】New Engineering education; Probability theory and mathematical statistics; Teaching model; Cognitive psychology

1 引言

随着以人工智能、大数据、物联网为代表的新一代技术革命蓬勃兴起，工程教育范式正在经历深刻变革。“新工科”建设作为中国高等工程教育主动应对产业变革的战略举措，强调学科交叉融合、创新能力的培

养以及解决复杂工程问题的实践导向。《概率论与数理统计》作为工程、信息、管理等多个领域的核心数学基础课程，从数量关系角度研究自然界和社会生活中普遍存在的不确定现象，并根据实验或观察得到的数据作出合理的估计和判断。其教学成效直接关系到学生

能否运用量化思维分析和解决未来工程实践中不确定性问题。然而,传统教学模式往往偏重于概率公式的推导与统计方法的机械套用,存在重理论、轻应用、重计算、轻思维、重个体、轻协作的弊端,难以满足新工科对人才提出的创新性、综合性、实践性要求。

认知心理学认为,有效的数学学习是一个从具体感知到抽象概括,再到迁移应用的渐进过程。基于“高素质应用型人才”培养的定位,本课程致力于达到知识、能力、价值三方面的目标。知识目标:学生能阐述课程的基本概念、原理和方法,能对随机数据进行基本分析和估计。能力目标:学生能将复杂的实际问题转化为概率统计问题,并用随机思想和方法解决问题,培养学生善于归纳、类比、联想的创造性思维能力。价值目标:使学生养成“随机视角观世界、样本统计看规律、透过现象看本质”的科学思维,培养探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感。

课程以湖北省一流课程为依托,通过创新探索和实践,实现知识课堂向能力课堂、灌输课堂向实践课堂、封闭课堂向开放课堂的转变。基于此,本文提出“命题-实践-成长”的教学理念,并构建与之相适应的研究式教学模式,旨在通过重构教学内容、创新教学方法、拓展教学场域,实现课程内涵与质量的全面提升,培养适应新工科需求的卓越人才。

2 “命题-实践-成长”教学理念的认知心理学基础与框架构建

认知心理学,特别是 APOS 理论(操作、过程、对象、图式)和 SOLO 分类理论(学习结果的结构化观察),为理解数学概念的形成提供了层次化视角。学习始于对具体对象的操作,通过内化和压缩形成心智过程,进而将过程具体化为可思考的对象,最后多个对象与过程整合成协调的认知图式。基于此,我们将概率统计学习划分为三个螺旋上升的层次。

命题层(Proposition): 对应概念的形成与理论的建构。目标是帮助学生建立准确、清晰的核心概念(如随机变量、分布、期望、假设检验),理解其内在逻辑与相互关系,形成初步的理论知识拼图。此阶段学习重在“理解”与“辨析”。

实践层(Practice): 对应方法的掌握与技能的运用。目标是在具体问题情境中,引导学生运用所学命题和理论进行分析、建模、计算和软件实现,解决结构良好或半结构化的实际问题。此阶段学习重在“应用”与“熟练”。

成长层(Growth): 对应思维的升华与创新的激发。

目标是通过跨学科的综合性和开放性项目,培养学生将概率统计思维迁移至复杂、新颖的工程场景,进行探索性研究、团队协作和成果创造。此阶段学习重在“综合”与“创新”。

“命题-实践-成长”并非线性顺序,而是相互渗透、循环促进的有机整体。命题学习为实践提供工具,实践深化对命题的理解,而在高阶实践中获得的成就感和发现的乐趣,则驱动学习者向成长层迈进,实现知识、能力、素养的协同发展。基于此理念,我们构建了贯穿课程始终的研究式教学法总框架。

3 “命题-实践-成长”教学模式的具体实施路径

3.1 命题逻辑教学:情景化六步探究法

在讲授核心概念与定理时,摒弃直接告知式教学,采用“情景设置-矛盾冲突-类比发现-分析建构-拓展变式”六步探究法,教师通过连环设问与追问,引导学生“接力式”思考与辩论。

情景设置是从新工科相关现实问题导入。矛盾冲突意思是设计认知冲突点。类比发现重在引导学生与已知概念类比。分析建构指师生共同推导、论证,严谨地建立数学命题,教师不再是演绎者,而是组织者和引导者,学生通过口头或板书“接力”完成关键步骤,在试错和修正中构建知识。拓展变式是对核心命题进行多维度延伸,埋下交叉学习的种子。此过程强调思维的可见化与互动性,将静态的知识接受变为动态的概念建构,有效夯实了学生的理论基础。

以《概率论与数理统计》课程第一章第五节事件的独立性为例,展开命题逻辑的实施过程。首先,课堂用“三个臭皮匠,顶个诸葛亮”作为引例,创设问题情景,激发学生探究的欲望。接着,将事件的独立性与事件互不相容、事件对立进行类比,新旧类似概念辨析,学生在接力式发言中,通过逐步纠错、补充、完善。然后,教师与学生完成独立性概念的数学表达,并将两事件的独立辨析深入到逆事件的独立性辨析,完成命题概念的分析建构,深入理解。最后,将两事件独立拓展到多个事件独立,完成拓展变式过程。

3.2 课堂案例教学:“基础-中阶-综合”三阶递进法

案例教学是连接命题与实践的桥梁。我们设计了“基础、中阶、综合”三阶递进的案例体系,并配以多元化的教学方法。

基础阶案例,即为针对单一知识点设计的“精讲精练”案例。采用多角度解答法,鼓励学生用多种方法求解,比较优劣,深化对概念本质的理解。中阶案例,即覆盖课程章节内多个知识点的“串联整合”案例。

采用小组研讨法,学生分组讨论方案设计、计算和结论,培养协作与知识整合能力。教师作为引导者,维持讨论秩序,对讨论结果予以指导。综合阶案例,涉及本课程多章节乃至需补充课外知识的“小型项目”案例。采用师生共同研讨法,教师作为合作者,与学生一起分析问题背景、确定统计模型、共同完成综合问题。三阶案例由浅入深,逐步加大问题的开放性和复杂性,使学生解决问题的能力稳步提升。

以《概率论与数理统计》课程第四章数学期望的案例教学为例,我们选取射击水平比较为基础案例,买彩票、赌本如何公平分配为中阶案例,参赌人的输赢问题、新冠疫苗混检策略制定为综合案例。从易到难,层层递进,逐步提高学生的概率统计知识的实际应用能力。

3.3 学科交叉拓展教学:六步项目研究法

为对接新工科前沿,培养高阶应用与创新能力,我们设置了跨学科拓展模块,实施“查阅资料-建工程问题模型-建概率统计模型-软件求解-论文写作-成果交流”六步项目研究法。

第一步,查阅资料。学生自选或从教师提供的清单中选择一个与新工科交叉的课题进行文献和背景资料调研。第二步,建工程问题模型。明确工程背景、核心问题和关键参数,将实际需求转化为一个清晰的工程描述。第三步,建概率统计模型:运用课程所学,选择合适的概率工具(如随机图、随机过程、蒙特卡洛方法)和统计方法(如回归分析、机器学习初步)建立数学模型。第四步,软件求解:利用 Python、R 或 MATLAB 等工具进行编程实现、数据模拟、计算分析和可视化。第五步,论文写作。按照学术规范撰写项目报告,包括摘要、引言、模型建立、求解分析、结论与展望等部分,训练科技写作能力。第六步,成果交流。举办课堂研讨会或海报展,各组展示研究成果,接受其他小组和教师的提问与挑战(组间挑战),进行“生生互动”和“师生互动”的深度辩论。优秀成果可推荐参加学科竞赛或作为毕业设计选题。

该过程完整模拟了科研与工程实践的基本流程,极大地锻炼了学生的自主探究、建模、计算、写作与交流能力,是“成长层”目标实现的关键载体。

3.4 结合课程特质,挖掘思政元素

从科学思维、明德修养、家国情怀三个维度挖掘思政元素。通过一维及多维随机变量分布,体会对立统一的辩证思想;通过利用期望方差制定投资策略,培养客观科学的思维方式,润物无声地进行科学观、价值观引领。

我们仍然以事件的独立性这个章节为例,在问题引入、探索新知、应用案例、拓展总结的教学四环节中,将课程思政贯穿始终。问题引入“三个臭皮匠,顶个诸葛亮”,蕴含集思广益、集体智慧的重要性,体现了明德修养的育人目标;探索新知中的概念命题讲解推倒,体现了归纳类比等逻辑科学思想,达成了科学思维的育人目标;多个应用案例的讲解中思政育人理念体现的淋漓尽致,如生男生女案例说明直观易错,需深入研究,小概率事件多次重复总会发生说明不要心存侥幸;拓展总结中的系统安全知识,关系国防安全,体现了家国情怀的育人元素。

3.5 AI 助力教学改革

在案例积累方面,我们可以充分利用人工智能,针对不同学科专业的实际背景和特点,优先选取来自于专业实际背景的统计案例,构建专业型案例库。另外,通过设计“前沿知识引入”、“知识趣味科普”、实际应用场景等 AI 指令,从各个角度拓展应用实例。

在学科交叉拓展方面,突破单科局限,设计跨课程综合项目。以“风力发电机叶片振动控制项目”为例,涉及高等数学的微分方程建模、线性代数的矩阵特征值分析、概率统计的随机过程、机械制造的结构动力。教师指导学生以团队形式完成从工程问题到数学抽象,再到模型构建,最后在 AI 辅助下,利用 MATLAB 等工具编程求解验证的全流程,实现公共数学课程群与其他专业课程的知识融通,提升数学建模高阶应用能力。

4 改革成效:实现三大课堂转变

依托湖北省一流课程建设项目,本教学模式已进行了多轮教学实践,取得了显著成效,具体体现在三大课堂转变上。

从知识课堂向能力课堂转变。考核方式上,降低期末笔试权重,增加案例分析报告、项目研究论文、软件编程作业和课堂研讨表现等过程性评价比重(可达 40%-50%)。评价焦点从“记住多少公式”转向“能否解决问题”。学生普遍反映,不仅“学会了”概率统计,更“会用了”概率统计,面对陌生问题时有了尝试分析和建模的信心。

从灌输课堂向实践课堂转变。课堂教学时间重新分配,纯讲授时间压缩至 50%左右,更多时间用于案例研讨、软件演示、项目汇报和互动答疑。实验室、机房和在线协作平台成为第二课堂。学生从被动的倾听者变为主动的参与者、探究者。

从封闭课堂向开放课堂转变。教学内容不再局限

于一本教材,而是融合了学术论文、行业报告、竞赛赛题等开放资源。学习空间从教室延伸到图书馆、实验室和线上社区。师生关系从“教与学”变为“学与导”乃至“共同研究”。项目研究法尤其激发了学生的创新潜能,产生了多项具有创意的课程成果。

5 挑战与展望

本改革在实践中也面临一些挑战。其一,对教师提出了更高要求,需要具备跨学科知识、项目指导经验和强大的课堂组织能力;其二,需要配套开发更丰富、更贴近新工科前沿的教学案例和项目库;其三,过程性评价的公平性与精细化需要进一步探索;其四,如何在大班教学中有效实施小组研讨和个性化指导,仍需寻找更佳方案。

展望未来,概率统计课程改革需持续深化。一是深度融合信息技术,建设集在线资源、虚拟实验、智能答疑、学习分析于一体的智慧教学平台;二是深化产教融合,引入更多来自企业真实课题的案例和项目;三是探索跨校协同,共享优质资源和教学经验,共同应对新工科带来的普遍性挑战。

6 结语

在新工科建设浪潮下,《概率论与数理统计》课程教学改革势在必行。本文提出的基于认知心理学的“命题-实践-成长”教学理念及其对应的实施路径,以培养学生概率统计思维和解决复杂工程问题能力为核

心,通过层次化、探究式、开放化的教学设计,有效促进了知识、能力与素养的有机融合。实践证明,该模式能够引领课程实现从知识灌输到能力生成、从封闭解题到开放创新的根本性转变,为培养符合新时代要求的卓越工程创新人才提供了坚实的数理基础支撑。改革仍在路上,需要教育工作者不断探索、迭代和完善。

参考文献

- [1] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
- [2] 林健. 面向未来的中国新工科建设[J]. 清华大学教育研究, 2017, 38(2): 26-35.
- [3] 郑毓信. 数学教育哲学的理论与实践[M]. 南宁: 广西教育出版社, 2008.
- [4] 教育部高等学校大学数学课程教学指导委员会. 大学数学课程教学基本要求[M]. 北京: 高等教育出版社, 2022.
- [5] 刘坚, 等. 工程教育认证背景下概率统计课程改革探索[J]. 大学数学, 2020, 36(4): 45-50.

版权声明: ©2026 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。

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS