

# 概率论与数理统计课程创新教学研究

刘春芳

沈阳航空航天大学理学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2025年9月12日; 录用日期: 2025年10月17日; 发布日期: 2025年10月27日

## 摘 要

针对概率论与数理统计课程在四新建设与课程思政背景下教学过程中存在的教学目标与高阶能力培养脱节、教学内容滞后于学科交叉需求、教学方法单一及评价体系片面等问题, 开展创新型教学改革与实践。改革以教学设计案例分析为核心, 更新教学目标, 重构课程内容, 创新教学方法, 建立多元评价体系, 有效培养了学生的数学思维能力、实践创新能力与综合素养, 实现了价值引领、能力培养与知识传授的有机统一。教学实践表明, 改革激发了学生的学习兴趣 and 内驱力, 显著提高了教学质量与学生的学习成绩。

## 关键词

教学改革, 创新型教学模式, 概率论与数理统计

# Innovative Teaching Research on the Course of Probability Theory and Mathematical Statistics

Chunfang Liu

School of Science, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

Received: September 12, 2025; accepted: October 17, 2025; published: October 27, 2025

## Abstract

In response to issues in the teaching process of the Probability Theory and Mathematical Statistics course under the context of the Four New Constructions and ideological and political education in curriculum—such as the disconnection between teaching objectives and the cultivation of higher-order abilities, outdated content failing to meet interdisciplinary demands, monotonous teaching methods, and a one-dimensional evaluation system—innovative teaching reforms and practices have

been carried out. By updating teaching objectives, restructuring course content, innovating teaching methods, and establishing a diversified evaluation system, students' mathematical thinking skills, practical innovation capabilities, and comprehensive literacy have been effectively enhanced. This achieves an organic integration of value guidance, ability cultivation, and knowledge impartation. Teaching practice demonstrates that the reforms have stimulated students' learning interest and intrinsic motivation, significantly improving both teaching quality and academic performance.

## Keywords

Teaching Reform, Innovative Teaching Model, Probability Theory and Mathematical Statistics

Copyright © 2025 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

随着新一轮科技革命与产业变革的到来, 高等教育改革的规模持续扩大, 如何在高水平应用型大学提高教学质量, 提高工科学生的数学素养和数学能力, 培养具备多学科交叉融合能力、创新精神和实践能力, 能够引领未来发展的复合型、创新型卓越人才[1], 成为我们教育教学改革建设的工作重点和关注的焦点。概率论与数理统计课程作为大学本科阶段的通识课程, 是理工、农医、经管等专业学生必修的核心基础课, 是在四新建设背景下推动学科交叉融合, 与人工智能、大数据、云计算、生物技术等前沿技术紧密结合的重要基础课程之一, 是面向产业实际需求, 解决复杂系统性问题的重要基础。通过教学改革, 将其与机器学习、深度学习、数据统计与挖掘等课程更紧密地链接起来, 在培养学生数学思维和数学素养的同时, 促进跨学科的融合, 培养学生在复杂系统的海量数据中提取信息、发现规律、进行预测和决策的能力。然而, 在传统教学实践中, 我们长期面临以下几个关键问题, 亟待解决。

## 2. 教学中拟解决的真实问题

### 2.1. 教学目标与高阶能力培养脱节

在四新建设背景下, 对学生能力提出了新目标[2], 要求学生具备跨学科整合能力, 将概率统计的思想、方法与工、医、农、文等领域的知识进行深度融合, 以系统的、全局的视角分析问题, 发展批判性思维与科学辩证能力, 强化沟通协作与价值传递的意识。概率论与数理统计课程兼具理论深度与实践导向, 传统的教学目标侧重于理论掌握与计算技能, 有助于夯实数理基础, 但缺少在数据思维、应用能力与创新实践等方面的培养。

### 2.2. 教学内容落后于学科交叉需求

概率论与数理统计课程的内容由理论(概率论)到应用(数理统计), 逻辑性强, 结构清晰, 偏重理论推导。该课程的特点是学时紧张、内容繁多, 对学生的抽象思维与计算能力提出了较高要求, 学生往往难以将所学理论转化为解决实际问题的能力。当前的教学案例较为传统, 缺乏与新工科(A/B 测试、算法可靠性)领域结合的应用场景, 学生将无法建立起课程内容与未来专业的联系。在四新建设背景下, 有必要对该课程内容进行改革[3], 在保持理论深度的同时, 系统融入现代应用案例, 以增强学生的综合应用能力和创新素养。

### 2.3. 教学方法单一

传统的教学模式通常以教师讲授、学生听讲为主，课堂围绕教师和板书(或 PPT)展开，形成单向的知识传输。该模式侧重于数学理论、公式推导与解题技巧的灌输，导致学生处于被动接收状态，普遍感到课程枯燥乏味[4][5]。这不仅难以调动学生的主观能动性，也限制了其数据思维与复杂问题解决能力的培养，无法适应四新建设对复合人才的迫切需求。

### 2.4. 评价体系片面

目前，概率论与数理统计课程的考核方式仍多以闭卷笔试为主，对学生解决实际问题能力的评价较少。这种考核直接造成学生学完就忘、难以致用的普遍现象，使得学生的学习行为与课程的高阶能力目标相背离，难以适应新时代对创新型、复合人才的需求。

## 3. 教学创新举措与实践过程

针对概率论与数理统计课程教学过程中存在的突出问题，在四新建设和思政课程背景下，更新教学理念，对教学进行设计和研究。以学生为中心，以问题为导向[6][7]，以提升学生的综合素养和创新型思维为目标，主要从以下四个维度开展教学创新实践。

### 3.1. 基于四新建设和课程思政理念，更新教学目标

在四新建设与课程思政背景下，概率论与数理统计课程的教学目标实现根本转变：从单一的知识传授，迈向价值引领、能力培养与知识创新的多维融合。在知识目标层面，课程在涵盖基础理论与方法的同时，积极引入服务于国家战略与四新领域的跨学科案例，推动学科交叉融合。引导学生运用概率与统计的思维方法，解决四新领域的实际问题。通过深度融入课程思政，挖掘并传递科学精神、文化自信与家国情怀，实现价值导向目标的有机渗透。同时，借助科技竞赛与社会实践等项目，强化团队协作与沟通能力，树立终身学习理念，真正实现知识传授、能力提升与价值塑造的统一。课程旨在为学生未来从事科研、技术创新与管理决策奠定坚实基础，使其在掌握专业知识的同时，经历思想淬炼与价值引领，切实达成立德树人的根本使命。

### 3.2. 基于教学目标，重构课程内容

教学目标是教学改革的导向，其实现程度直接依赖于教学内容设置的合理性。在教学内容设计上，以概率论与数理统计的理论框架为基础，积极融入学科前沿知识、最新技术成果，使学生能够接触最新的科技知识。课程内容划分为概率论与数理统计两大部分，对重复内容进行精简，同时引入“四新”领域的真实案例，构建以“问题驱动、案例贯穿、模块融合”为特征的新型教学体系。具体包括以下三个方面：(1) 问题驱动：每章以具有实际意义的“锚问题”(Anchor Problem)作为学习起点，通过分解出一系列子问题与关键概念，引导学生逐步思考，引入新知识，激发内在学习动机，自主探索并掌握相关理论。(2) 案例贯穿：结合我校工科特色，设计与新工科紧密结合的教学案例，如生产线的可靠性分析与故障预测。学生从概率分布建模到统计推断，理解如何将不同知识点串联起来，系统性地解决复杂实际问题。(3) 模块化整合：将原有教学内容整合为三大模块：基础概率模块、统计推断模块和专业应用模块。在专业应用模块中，依据不同专业方向，嵌入人工智能、大数据、计算机等新工科案例，帮助学生实现从基础理论到专业应用的顺畅过渡，加强与后续专业课程之间的衔接。

### 3.3. 不断创新教学方法，提升教学效果

为落实以学生为中心的教育理念，积极引入并融合多种创新型教学模式。坚持以教师为主导，注重

学习过程的启发与引导,综合运用启发式、讨论式、问题导向式(PBL)、研究型及互动式等多种教学方法,推动学生实现个性化、全方位、多维度地学习成长。课程采用“线上线下混合式教学”与“项目式学习(PBL)”相结合的方式,系统构建贯穿课前、课中与课后的完整学习闭环。课前,通过 SPOC/MOOC 等平台发布精讲视频与预习任务,引导学生自主完成基础知识学习;课中,教师聚焦共性疑难与重难点内容,进行深度剖析、精讲与答疑,强化学生对核心概念与方法的理解;课后,依托小组研讨与 PBL 项目实践,引导学生围绕核心案例或开放课题,完成数据分析、模型构建与结果解读,通过成果展示提升表达与协作能力。在这一过程中,教师角色转变为学习引导者与项目教练,依托线上平台组织拓展阅读、在线测验与小组讨论,全面巩固学习成效。通过多元模式的有机衔接,构建起连贯、动态、高效的教学流程,显著提升整体教学效果与学生综合能力。

### 3.4. 建立多元教学评价体系

以学生综合素养发展为导向,对课程评价体系进行过程性重塑。核心素养的培养与评价贯穿教学全过程,系统构建多元化、过程性的评价机制。该体系突出学生在学习过程中的主体地位,注重激发其主动探索与反思,培养学生的创新思维与创新能力。基于此,本课程建立了一套综合考核体系,包含过程性评价与终结性评价两部分。过程性评价占总成绩的 20%,具体包括:小节测验(占 40%)、章末测验(占 40%)和作业(占 20%)。终结性评价占总成绩的 80%,以期末闭卷考试形式进行,侧重于考查学生对核心概念与原理的理解程度以及综合应用能力,显著减少纯记忆性与复杂计算题目的比例。

## 4. 教学设计实施案例

连续型随机变量是连接离散型随机变量与后续概率分布、数理统计应用的关键桥梁。然而,学生常因难以理解“连续取值下概率的计算”“概率密度函数的实际意义”等抽象概念,导致学习兴趣低迷、知识掌握不扎实。我们以“锚问题驱动”为核心,围绕连续型随机变量的核心知识点,设计具有实际意义的锚问题,通过拆解子问题、引入关键概念、引导自主探索,帮助学生理解连续型随机变量的定义、概率密度函数、分布函数等核心内容,掌握连续型随机变量概率计算的方法,激发内在学习动机,培养逻辑推理与实际应用能力。

### 4.1. 核心锚问题

如何精准描述与计算“非离散取值”的随机现象的概率?

某社区调查 500 名居民通勤时间(单位:分钟),数据如 28.5、35.2、42.7、36.3 等等,通勤时间在 30~40 分钟之间的概率如何计算?

该锚问题来源于生活中的实际场景,学生能直观感受到“连续取值”随机现象的普遍性,同时意识到离散型随机变量“逐个列举取值计算概率”的方法已不适用,从而产生“如何解决这类问题”的认知冲突,激发探索欲。

### 4.2. 子问题与关键概念拆解设计

子问题 1: 连续型随机变量与离散型随机变量的区别——引入连续型随机变量

一、问题驱动

- (1) 通勤时间是否为随机变量?(是,受交通、天气等随机因素影响)
- (2) 取值能否一一列出?(否,30 分钟与 31 分钟之间存在无数取值,如 30.5 分钟)
- (3) 如何计算“30~40 分钟区间”的概率?(需统计区间内人数,而非单个精确值)

## 二、关键概念引入：连续型随机变量的定义

对于连续型随机变量，“单个取值的概率为 0”（因为连续取值的区间内包含无穷多个点，每个点的“概率占比”趋近于 0），因此不能用“ $P(X=x)$ ”描述其概率，需转向“取值在某个区间内的概率”（如  $P(a \leq X \leq b)$ ）。基于此，给出连续型随机变量的概率密度函数的定义，借助于密度函数描述随机变量的取值规律。

## 三、自主探索任务，拓展训练

让学生举例说明生活中的连续型随机变量，并分析“为什么单个取值的概率为 0”（例如：在“身高区间  $[170, 180]$  cm”内，任意一个具体身高  $x$  的概率，相当于“线段上一个点的长度占整条线段长度的比例”，显然为 0）

子问题 2：如何利用概率密度函数计算连续型随机变量的区间概率？——概率密度函数的性质与应用

### 一、问题驱动

(1) 已知连续型随机变量的概率需通过“区间概率”计算，由  $P(a \leq X \leq b) = F(b) - F(a)$ ，能否推导出区间概率与概率密度函数的关系？

(2) 观察概率密度函数  $f(x)$  的表达式（如均匀分布的  $f(x) = 1/(b-a)$  ( $a \leq x \leq b$ )，正态分布的  $f(x) = 1/(\sigma\sqrt{2\pi}) e^{-(x-\mu)^2/(2\sigma^2)}$ ），思考  $f(x)$  的取值是否可以大于 1？为什么？（打破“概率不能大于 1”的思维定式）

## 二、关键概念与性质推导：概率密度函数的核心性质

通过学生自主推导与教师引导，得出概率密度函数的两大核心性质。同时，推导出区间概率的计算公式。

## 三、自主探索任务

给出具体的概率密度函数（如均匀分布  $X \sim U(2, 5)$ ，即  $f(x) = 1/3$  ( $2 \leq x \leq 5$ )，其余情况为 0），让学生计算：

(1)  $P(3 \leq X \leq 4)$ （通过积分计算面积，结果为  $1/3$ ）；

(2)  $P(X=3)$ （根据连续型随机变量性质，结果为 0）；

(3) 验证  $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = 1$ （积分结果为  $\int_2^5 (1/3) dx = 1$ ，符合规范性）。

子问题 3：常见的连续型随机变量分布有哪些？如何根据实际问题选择合适的分布模型？——应用“常见连续型分布（均匀、正态、指数）”

### 一、问题引导

(1) 回到核心锚问题中的“手机电池续航时间”：若电池续航时间在“5~8 小时”内均匀分布（即每一小时内的续航概率相同），该用哪种分布模型描述？其概率密度函数是什么？如何计算“续航时间在 6~7 小时内”的概率？

(2) 生活中“成年男性身高”“学生考试成绩”等随机变量，其分布呈现“中间高、两边低”的对称特征，该用哪种分布模型描述？如何通过该分布的参数（均值  $\mu$ 、标准差  $\sigma$ ）判断数据的集中与离散程度？

(3) “电子元件的寿命”“客服电话的等待时间”等随机变量，其分布具有“无记忆性”（即“已使用  $t$  小时后，再使用  $s$  小时的概率，与已使用时间无关”），该用哪种分布模型描述？

## 二、关键概念与模型应用：三大常见连续型分布

通过实际案例分析，引入均匀分布、正态分布、指数分布的定义、概率密度函数、性质及应用场景。

## 三、自主探索任务

(1) 案例 1: 某公交车站的公交车每 10 分钟一班(乘客到达时间随机), 求乘客等待时间在 3~7 分钟内的概率。

(2) 案例 2: 已知某地区成年男性身高  $X \sim N(175, 25)$  (单位: cm), 求  $P(170 \leq X \leq 180)$ 。

(3) 案例 3: 某电子元件的寿命  $X \sim E(0.001)$  (单位: 小时), 求该元件使用 1000 小时后仍能正常工作的概率。

通过此案例教学, 从知识目标、能力目标、素质目标方面都达到了教学目标, 具体表现为: (1) 知识层面: 学生能准确理解连续型随机变量的定义、概率密度函数的性质, 掌握区间概率计算方法与常见分布的应用, 会求解数学期望与方差; (2) 能力层面: 能独立分析生活中的连续型随机现象, 选择合适的分布模型解决概率计算问题, 培养抽象思维与实际应用能力; (3) 素质层面: 通过贴近生活的锚问题与自主探索, 降低对概率论抽象概念的畏惧感, 提升对社会的关注度和自身的社会责任感。

## 5. 教学成效

概率论与数理统计课程开展的创新型教学研究与实践, 已初步显现出改革成效。学生总体成绩显著提升, 学习态度发生积极转变, 真正成为课堂的主体。课堂抬头率大幅提高, 学习行为由被动接受转为主动探索, 学生勇于提出问题、表达观点, 师生间形成了良好的互动氛围。进一步优化整合了教学内容与体系, 培养了学生的数据思维和实践应用能力, 为其后续专业课程的学习奠定了坚实基础。课程思政的有机融入, 引导学生树立正确的世界观、人生观和价值观, 不仅深化对数学理论的理解, 更塑造其人格品格。以 2023 级国际工程师学院飞行器动力工程专业全体学生为对象, 基于四新建设与课程思政理念, 践行以学生为中心的教学模式, 教师着力营造轻松愉悦的课堂氛围, 激发学生的学习热情, 在传授数学知识的同时, 注重培养家国情怀与科学素养, 引导学生建立正确价值观和终身学习的理念。通过系统化的教学设计, 有效提升了学生的数学思维能力与实践应用水平, 实现了“价值塑造、能力培养、知识传授”三位一体的育人目标。

## 6. 反思与推广价值

在四新建设与课程思政的背景下, 教学实践的创新对教师提出了更高要求。教师不仅需具备扎实的专业知识, 还需投入大量时间精心设计教学案例与实践项目, 并持续提升项目指导与课堂组织能力。同时, 如何针对不同专业学生的知识背景与学习需求, 精准设计差异化、契合度高的项目, 仍是亟待深入探索的课题。在这一过程中, 教师的角色发生转变: 从传统的知识传授者转变为学生学习过程中的答疑者、支持者和服务者。答疑形式也更加灵活多样, 既可面对面进行, 也可借助网络平台开展。面对教育改革的不断推进, 教师应主动更新教学理念, 积极适应角色转变, 以更好地服务于以学生为中心的教学新模式。本改革实践取得了显著的教学效果, 并具备一定的推广应用价值。

## 7. 总结

教学改革围绕四新建设与课程思政的核心要求, 针对概率论与数理统计课程中原有教学目标、内容、方法及评价体系中存在的突出问题, 系统推进了以学生为中心、以能力为导向的创新实践教学改革。同时促进了教师角色的转变与专业能力的提升, 教师不仅是学科的专家, 更是教学的设计师、学习的教练和终身学习的示范者, 未来将进一步深化对不同专业学生的差异化教学设计, 持续完善三全育人机制。

## 基金项目

职业教育内涵建设, 编号: 320125001。

---

## 参考文献

- [1] 乐传永, 夏银水, 叶孟, 等. “四新”建设: 理论探索与实践路径[J]. 宁波大学学报(教育科学版), 2022(1): 1-21.
- [2] 王启明. 以“四新建设”引领教育创新发展, 不负时代伟大使命[EB/OL]. 2020-12-08.  
<https://news.cctv.com/2020/12/08/ARTIcrOp2N5c383JfERfmQVy201208.shtml>, 2022-01-06.
- [3] 江慧敏, 方立铭, 赵妍. “四新”建设背景下概率论与数理统计教学改革研究[J]. 黄山学院学报, 2025, 27(2): 95-99.
- [4] 程燕, 李国望, 王振伟. 基于 OBE 理念的“概率论与数理统计”模块化教学改革探新[J]. 应用型高等教育研究, 2024, 9(3): 64-69.
- [5] 苏占华, 赵志凤. 基于 OBE 理念的项目教学模式优化研究[J]. 黑龙江科学, 2022, 13(5): 116-118.
- [6] 段晓君, 陈璇, 晏良. 问题双驱动的概率论与数理统计教学方法及实践[J]. 大学数学, 2023, 5(39): 33-39.
- [7] 妙锁霞, 车金星. 问题导学教学模式在概率论与数理统计教学中的应用[J]. 牡丹江师范学院学报(自然科学版), 2023(4): 68-70.