

OBE 理念驱动的工科概率统计课程教改与实践

袁程¹, 张兴发^{2*}

1. 广东工业大学 数学与统计学院, 广东 广州 510520

2. 广州大学 经济与统计学院, 广东 广州 510006

DOI:10.61369/ASDS.2025050015

摘要： 在新工科建设背景下，概率论与数理统计作为支撑工程创新的核心数学工具，其教学改革亟需实现从知识传授向能力培养的转型。本文基于成果导向教育（简称 OBE）理念，聚焦三个关键维度：构建能力产出导向的课程目标体系、开发案例和项目教学资源、建立多元化评价和考核机制，系统探索课程教学改革路径。采用反向设计方法，以统计建模能力与数据分析技能培养为核心，重构教学内容体系，深度融合统计软件应用、工程问题建模等实践环节。教学实践表明，该改革方案显著提升了工科学生运用概率统计方法解决实际工程问题的能力，为培养具有创新精神和实践能力的新工科人才提供了可借鉴的实践经验。

关键词： OBE 理念；工科概率统计；课程教学改革；创新能力培养

Curriculum Reform and Practice of Engineering Probability and Statistics Driven by OBE Philosophy

Yuan Cheng¹, Zhang Xingfa^{2*}

1. School of Mathematics and Statistics, Guangdong University of Technology, Guangzhou, Guangdong 510520

2. School of Economics and Statistics, Guangzhou University, Guangzhou, Guangdong 510006

Abstract： Under the background of Emerging Engineering Education, the teaching reform of probability theory and mathematical statistics—a core mathematical tool supporting engineering innovation—urgently requires a shift from knowledge delivery to competency development. Guided by the Outcome-Based Education (OBE) concept, this paper focuses on three key dimensions: constructing an outcome-oriented curriculum objective framework, developing case-based and project-based teaching resources, and establishing a diversified evaluation and assessment mechanism. It systematically explores pathways for course reform through backward design, centering on cultivating statistical modeling capabilities and data analysis skills. This approach involves restructuring the teaching content system while deeply integrating practical components such as statistical software applications and engineering problem modeling. Teaching practice demonstrates that this reform significantly enhances engineering students' ability to apply probabilistic and statistical methods to solve real-world engineering problems, providing valuable experience for cultivating innovative and practice-oriented talent in emerging engineering fields.

Keywords： OBE philosophy; probability and statistics for engineering; curriculum and teaching reform; innovation capability cultivation

引言

概率论与数理统计主要研究和揭示随机现象统计规律性，作为一个应用性和实践性很强的数学分支，被广泛应用于自然科学、经济管理、工程建设、社会生产和生活等众多领域。概率论与数理统计课程在许多高校不仅被设置为数学和统计专业的基础必修课^[1]，也是非数学各专业的一门重要的公共基础课，为理工、经管、医等各专业学生后续专业课程的学习和实践奠定必要的数学基础^[2]。关于概率论与数理统计课程的教学改革，在创新教学模式和培养学生实践能力方面已形成一些具有理论支撑的实践探索^[3-6]。

近年来国家大力推进新工科建设，以培养兼具实践能力和创新能力的应用型、技能型复合人才为主要目标^[7]。这一战略导向对工科数学基础课程的传统教学模式提出了全新的要求与挑战。本文旨在探索和实践新工科背景下的概率论与数理统计课程教学改革，将以学

基金项目：2023年度广东工业大学校级“本科教学工程”项目“新工科背景下概率统计课程教学探索与实践”（广工大教字〔2023〕51号）。

作者简介：袁程，广东工业大学数学与统计学院，副教授，硕士生导师，研究方向为概率论与数理统计。

通讯作者：张兴发，广州大学经济与统计学院，副教授，硕士生导师，研究方向为统计学。

生为本的 OBE 理念落实到课程教学中,将教学重心从教师传授概率统计知识转向学生建立随机模型解决工程问题、使用统计软件进行数据分析等能力生成。以学生在完成概率统计课程的学习后应达到的能力和素质目标为起点,反向设计课程教学内容、优化教学方法和完善课程评价体系,助力培养兼具概率统计建模思维、创新意识和实践能力的高素质工科人才。

一、概率论与数理统计课程在工科专业中的定位与现状分析

(一) 概率统计课程的课程定位及主要特点

广东工业大学是一所以工为主的省属重点高校,在学校工科专业集群化发展的背景下,概率论与数理统计作为现代工程科学的基础方法论工具,在教学体系中呈现出显著的需求特征。概率论与数理统计课程的内容涵盖概率论基础(包括随机事件和概率、一维和多维随机变量及其分布、随机变量的数字特征、大数定律与中心极限定理等)和统计推断方法(包括抽样分布、参数估计、假设检验等),旨在帮助学生建立从不确定性中挖掘统计规律的科学思维,为后续工科实践如工程优化、可靠性分析、统计质量控制等奠定必要的数学基础。

概率论与数理统计应用性强的特点,决定了该课程注重理论与实践结合。通过灵活运用概率计算、统计推断和建模等方法分析和解决工程技术、人工智能等领域中的实际问题,培养工科学生“用数学理解随机世界,用数据驱动理性决策”的能力和素养,这种能力和素养的培养对工科学生的专业发展和实践创新具有重要意义。

(二) 概率统计课程的教学现状及存在问题

概率论与数理统计课程已从传统的数学基础课演变为支撑工程技术创新的关键方法论课程,这种转变对课程建设和教学改革提出了新的要求。通过在工科专业中多年讲授概率统计课程的实践教学经验,总结目前该课程的教学现状中存在的问题,有助于应对新的要求和挑战。

1. 教学理念缺乏先进性

传统的概率统计课程教学存在以教师为主体的知识灌输倾向^[6],学生被动接受概念、定理等理论知识,却难以掌握其思想精髓,导致实际应用能力薄弱、与自身专业跨学科融合困难等。这种传统理念下,弱化了价值观引导、创新能力培养和科学精神塑造等育人功能,亟需向以学生为中心的先进教学理念转变。

2. 教学内容缺乏时代性

尽管概率统计是一门应用性很强的课程,但按数理逻辑编排的大量理论知识与相对陈旧的应用实例,使得学生在学习该课程时仍然感到枯燥无味,很难窥探到这门课程在当今新工科和人工智能时代背景下在专业领域有何重要应用,从而学习动力不足。

3. 教学方法缺乏创新性

在数智化时代背景下,成长于信息技术环境中的当代大学生具有思维活跃、数字化工具运用娴熟的特点,其知识获取方式已发生根本性变革。然而当前概率统计课程仍普遍采用“板书+PPT+讲解”的灌输式教学,这种与数字化原生代学习特征脱节的传统模式,不仅难以激发学生的学习兴趣,更导致课堂互动性差等问题,严重制约了教学效果的提升。

4. 考核方式缺乏全面性

当前概率统计课程的成绩评定体系仍以终结性评价为主导,

采用平时成绩(主要依据出勤率和作业完成情况)与期末考试成绩简单加权的方式^[6]。这种评价模式存在明显的局限:平时成绩难以反映学习过程中的思维发展和能力提升,仅能体现表面合规性;期末考试则过度聚焦基础概念和理论方法的机械考查,缺乏对实际问题解决能力和创新思维的有效评估,导致评价结果与学生真实学习成效存在偏差。

二、基于 OBE 的概率论与数理统计课程教学改革路径

OBE 作为一种先进的教学理念,主张教学设计和实施的目标是学生通过教学过程后最终所取得的学习成果,应根据学生最终能力的达成按照反向设计原则设计课程教学^[9]。OBE 要求教师教学全过程聚焦学生实际能力的培养:首先应明确在完成学习过程后能达成的学习成果,并让学生将学习目标聚焦在这些成果上;其次要以学生为中心尊重个体差异,制定个性化的学习要求并因材施教,确保学生通过学习过程能够达成学习成果;最后基于学习成果反馈来持续改进原有的课程设计与教学。

下面将从能力产出导向的课程目标体系的构建、案例和项目教学资源开发及多元化评价与考核机制的建立这三个关键维度出发,探索将 OBE 理念融入工科专业概率论与数理统计课程的教学改革路径。

(一) 能力产出导向的课程目标体系的构建

以最终能力产出为导向的概率统计课程目标体系的构建可分为三步:

首先,通过走访和调研政府、企业等用人单位,结合往届工科毕业生就业数据,对市场人才需求进行深入分析,凝练出新工科人才岗位必备的核心能力要素。

然后,根据调研和分析结果,结合新工科本科人才培养要求,明确概率论与数理统计课程目标,包括知识目标、能力目标和素质目标。着重培养学生从现实复杂工程问题中,抽象出概率统计模型或创想出科学假设并拟定统计方法检验假设的能力。

最后,依据已明确的课程目标,整合教学资源,优化教学设计。在理论教学中,突出对重点和难点的讲解,更重要的是要加大实践教学的比例,推动理论知识向实践能力的转化。

(二) 案例和项目教学资源的开发

为促进概率统计课程与工科专业的有机融合,需同步改革传统课程教学内容与方法,创新采用案例与项目驱动相结合的教学模式。

1. 案例驱动式教学

传统概率统计课程的教学长期存在理论知识与工程实践脱节的问题,导致工科学生难以建立专业关联性。为破解这一困境,建议实施“双师协同+案例驱动”相融合的教学模式:一方面由数学专业教师与各工科专业教师组建联合教研团队,系统梳理机械、电子、自动化等专业核心课程中的概率统计应用需求,如可

靠性分析、信号处理误差评估、结构应力概率模型等；另一方面基于真实工程场景开发模块化案例库，如将贝叶斯网络应用于设备故障诊断、蒙特卡洛模拟融入工程造价风险评估等，通过“问题导入—理论解析—工程验证”的教学闭环，使抽象公式转化为解决专业问题的实用工具。这种跨学科资源整合既能保持理论体系的严谨性，又能显著提升学生的知识迁移能力和学习内驱力。

2. 项目驱动式教学

当前高校青年教师普遍承担着与社会热点紧密关联的科研项目，这为概率统计教学提供了丰富的实践素材。教师可精选科研项目中的典型案例引入课堂^[10]，通过分组任务引导学生采集真实工程数据，利用统计软件建立概率模型并求解，使抽象理论转化为解决实际问题的工具，实现科研反哺教学。这种项目驱动教学的模式既能展示概率统计在智能制造等前沿领域的应用价值，又能同步提升工科学生的统计建模能力、统计软件计算能力和跨学科协作意识，实现知识传授与工程素养培养的双重目标。

（三）多元化评价与考核机制的建立

1. 考核内容的立体化重构

以 OBE 成果导向理念为核心，构建“知识 + 能力 + 素养”三维立体评价框架。知识层考查概率分布、假设检验等核心理论；能力层通过统计质量控制、通信信号处理等专业案例，评估学生建模分析与软件应用能力；素养层则依托项目式学习，从团队协作、创新思维等维度进行过程性评价。

2. 考核方式的多维度创新

构建“全过程 + 多维度”的考核体系，对学生的学习过程和学习效果进行动态跟踪和评价。在保留期末考试基础上，创新设置开放性作业、课堂互动评估、小组项目答辩和阶段性测验等动态评价环节，同时优化期末考题结构，增加案例分析与应用题型，形成贯穿学习全程、兼顾知识掌握与实践能力的多元评价机制。

3. 评价反馈机制的双向构建

建议构建双向闭环评价反馈机制。教师需在考核后一定时间内及时提供考核分析报告给学生，特别针对项目式学习需附加团队角色贡献度分析和成果优化方向建议。同步建立学生评教教师优化的通道，通过每月教学听证会收集学生对考核方式、评分标准的改进建议，最终形成“评价—反馈—优化”的良性循环，确保 OBE 教育理念下每个学生都能获得个性化成长方案。

三、教学实践与效果

（一）课程教改实施情况

在 2023 年秋季学期开始，先后在广工大多个工科专业实施

了 OBE 理念驱动的工科概率统计课程教学改革，共进行了三轮教学实践。在教改实施的过程中，采用了反向设计原则重构课程体系。首先，依据工程认证标准和各专业人才培养需求，明确学生通过概率统计课程学习应达到的专业相关能力目标，例如数据分析和统计建模等核心能力指标。其次，组建跨学科教学团队，将统计过程控制、通信信号处理等典型工程案例融入教学内容，采用“案例教学 + 项目驱动”混合式教学方法。随后同步构建包含开放性作业、课堂互动评估、项目报告、实践测试等多维度全过程的评价体系，注重对学生核心能力指标的考核。最后，将双向评价反馈机制贯穿整个实施过程，教师在阶段性考核后及时提供考核分析报告给学生，学生通过每月的教学听证会将自己对教学和考核方式的改进建议反馈给教师，教师结合学生的反馈和学习情况，及时调整和优化教学策略的实施。

（二）课程教改效果评估

通过对广工大工科专业概率论与数理统计课程教改的评估分析表明，新教学模式在提升学生专业素养和实践能力方面取得显著成效。具体表现为：期末测评中，学生在专业应用类压轴题的得分率提升明显，80% 以上学生能熟练运用概率统计理论，结合统计建模和编程工具解决实际问题；项目实践环节显示，学生的工程问题解决能力、团队协作和创新思维均有长足进步；问卷调查数据更显示，90% 以上学生认可教改对提升学习效率、自主学习和课堂参与度的积极作用，成功实现了从知识灌输到能力培养的教学范式转型。

四、结束语

在新工科建设背景下，本文基于 OBE 理念，系统探索了概率论与数理统计课程的教学改革路径。通过构建能力产出导向的课程目标体系、开发工程案例和项目教学资源、建立多元化评价机制等关键措施，采用反向设计方法重构了以统计建模能力和数据分析技能为核心的教学内容体系，深度融合统计软件应用与工程问题建模实践。教学实践表明，该改革方案有效提升了工科学生运用概率统计方法解决实际工程问题的能力。尽管在实施过程中发现教学资源更新时效性和跨学科团队协作等方面仍需完善，但这一改革为培养具有创新精神和实践能力的新工科人才提供了重要参考。未来将进一步深化课程与专业的融合创新，优化教学方法和评价体系，持续完善资源共享机制，以更好地满足新工科人才培养需求。

参考文献

- [1] 茆诗松, 程依明, 濮晓龙编著. 概率论与数理统计教程 (第三版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2019.
- [2] 盛骤, 谢式千, 潘承毅编. 概率论与数理统计教程 (第三版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2019.
- [3] 李超群, 张玉洁, 蒋良孝. 利用人工智能案例推动概率统计课程教学 [J]. 大学数学, 2020, 36(4): 43-48.
- [4] 黄敢基, 韦琳娜, 冯海珊. 以一流课程建设为导向的概率论与数理统计课程教学改革与实践 [J]. 高教论坛, 2024, 11: 25-29.
- [5] 王学军. 大数据时代下概率论课程教学实践探索 [J]. 大学数学, 2024, 40(6): 17-25.
- [6] 张慧星, 姚香娟, 许盈盈. 新工科背景下概率论与数理统计实践教学改革 [J]. 高等数学研究, 2024, 27(5): 64-68.
- [7] 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.
- [8] 杨永富, 胡真, 宫奕波. 新工科导向下大学数学课程创新能力培养体系的构建与实践 [J]. 大学数学, 2022, 38(5): 45-51.
- [9] 李志义. 解析工程教育专业认证的成果导向理念 [J]. 中国高等教育, 2014, 17: 7-10.
- [10] 李超群, 付丽华. 利用科研实践提高概率统计教学质量 [J]. 高等数学研究, 2013, 16(6): 39-41.