

新工科背景下“概率论与数理统计”教学改革研究

姜冬青, 王 利, 李 季

北京化工大学数理学院, 北京

收稿日期: 2023年6月10日; 录用日期: 2023年7月6日; 发布日期: 2023年7月17日

摘 要

为适应新工科人才培养要求, 本文通过系统分析“概率论与数理统计”教学过程中存在的问题, 针对性地从课程内容、教学模式及考核评价三个方面进行教学改革研究, 以体现课程的新工科育人价值观和育人理念。

关键词

概率论与数理统计, 教学改革研究, 新工科

Teaching Reform Research of “Probability Theory and Mathematical Statistics” under New Engineering and Technical Disciplines

Dongqing Jiang, Li Wang, Ji Li

College of Mathematics and Physics, Beijing University of Chemical Technology, Beijing

Received: Jun. 10th, 2023; accepted: Jul. 6th, 2023; published: Jul. 17th, 2023

Abstract

To meet the requirements for training the future engineers, we analyzed some problems from teaching the course “Probability Theory and Mathematical Statistics”. We did studies on some possible teaching reforms from the three aspects: course content, teach mode and how to evaluate, to realize the basic ideas of the new engineering education.

Keywords

Probability Theory and Mathematical Statistics, Research on Teaching Reform, New Engineering and Technical Disciplines

Copyright © 2023 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

新工科建设是为应对新一轮科技革命与产业变革的“先手棋”，目标是在学科交叉融合的背景下培养具有深厚数理基础和人文素养、善于从工程中发现科学问题，并能运用科学原理解决工程问题、具有较高综合素质的创新型新工科专业人才[1]。

“概率论与数理统计”是高校理工、经管类专业开设的一门重要的数学公共基础课，是研究随机现象统计规律性的数学学科，是新工科相关专业课程的重要数学基础。该课程应用领域广泛，实用性强，育人要素丰富。随着大数据时代的到来，该课程在培养学生随机化思维、数据分析能力及解决实际问题能力等方面发挥着重要的作用。当前，以人工智能为代表的新一轮科技革命和产业变革，也对概率论与数理统计知识的应用需求日益迫切，对该课程的教学成效提出了更高的要求[2] [3] [4]。

新的时代，要求新型的人才——他们不但要拥有坚实雄厚的理论基础，更要具备用其分析并解决实际问题的能力。然而在传统教学中存在的诸多问题，使得该课程未能有效达到新工科对人才培养的要求。因此，我们需要将课程特点和新工科人才培养的目标相结合，进行教学改革。

2. 概率论与数理统计课程的教学现状

“概率论与数理统计”主要面向大二学生开设。此时，学生已经完成了高等数学、线性代数、MATLAB、及 R 语言等课程的学习，具有学习并应用概率论与数理统计解决应用问题的知识储备。目前，“概率论与数理统计”的教与学中，往往存在以下情况。

2.1. 课程指向落实不到位

概率论与数理统计这门课程的核心，就是把概率或统计问题，转化成为数学问题，再用恰当的数学工具对问题进行求解。而这些转化是根据一些相对简单，但却很重要的概率论和统计学的原理与方法去完成的。如何应用这些原理、方法去解决实际问题这门课的精华，也是教学的首要目标。但在实际教学中，学生更关注问题的求解，把精力放到习题计算上，往往忽略了原理与方法的掌握与运用，导致遇到应用问题根本找不到解题思路，学习热情大受打击，学习效果差。

2.2. 教学内容相对单一，学生应用、实践能力弱

教学中，教师重点讲授概率论与数理统计课程的理论知识，注重解题能力的培养，虽然针对某些概率模型会给出具体应用问题，但已经大大简化，以应用例题形式出现，重点还是考察对问题的求解，缺乏应用专业背景介绍及对学生用概率统计思想、方法去分析、解决问题的训练。而与学生专业相关、与科技前沿、时事热点相关的应用案例及课程思政案例涉及较少。一方面，虽然学生普遍在大一已经掌握 EXCEL、数学软件 MATLAB 和 R 语言等高级语言，但由于课程学时有限，基于应用案例的实践环节难

以展开；另一方面，尽管学生在大一学习过高等数学和线性代数，但掌握的程度却存在很大的差异，直接导致部分同学对课程概念、原理和方法不能很好地理解，也无法对问题有效求解。这就限制了课程对学生应用能力的培养及价值引导[5] [6]。

2.3. 学生参与度低，学习效果缺乏有效反馈

概率论与数理统计课程本身公式不是很多，定理和证明也相对较少，但研究对象与方法比较特殊。教学学时内，教师身为教学过程的主角，课上专注理论推导和习题讲解，知识传授速度快，学生被动学习，课堂参与度低。课后学生自主学习能力强，教师缺乏手段帮助学生系统梳理、复习并领悟教材内容，与学生的“交流”基本限于作业，师生交流少，难以真实了解学生对课程内容的掌握程度，缺乏及时、有效的教学反馈，不利于培养学生自主学习和创新能力[7]。

2.4. 考核方式单一，没有体现学习过程和能力水平

在课程教学中，考核方式就是期末笔试，成绩评定就是期末成绩加上平时作业成绩，考核方式单一，学生的学习效果和学习水平几乎完全是通过期末考试成绩来体现的。为了提高考试成绩，相当一部分学生将学习重心全部放到应试刷题上，而忽略了原理与方法的学习，最终导致在后面的专业课程学习和工程实践中不会用概率论和统计学的思想、方法分析、解决问题。而有些学生，课上思维非常活跃，基础理论知识和专业知识都普遍掌握较好，能用概率论与数理统计的思想去认识生活、科研中的实际问题。但在期末成绩评定时，这部分同学的成绩往往并不是最优秀的，那些注重刷题的学生往往在考试中拔得头筹。这就大大地打击了这些学生的学习热情和积极性。显然，这种考核方式没有办法全面体现学生的学习过程，也没办法通过一次期末考试来体现学生应用能力，在一定程度上存在不公平性，而且不符合新工科以应用为导向的人才培养理念[8]。

3. 概率论与数理统计课程改革措施

在新工科背景下，落实“以学生为中心”的教学理念，以立德树人为根本、以实践能力为导向推进概率论与数理统计课程教学改革，针对课程教学中存在的问题，分别从教学内容、教学模式及考核评价方式三个方面进行教学改革，加大课程内容整合力度，精心设计教学案例，采用线上线下混合教学模式和多元化考核评价方法，注重学习效果，提升学生应用能力和创新能力[9] [10]。

3.1. 系统梳理并深化教学内容，加强学生对课程内容的理解

为加强学生对概率论与统计学思想、方法的理解，系统梳理并深化课程教学内容，课堂教学的重点是让学生理解并掌握一些重要的概率论和统计学的思想、方法。例如，如何由静态的随机事件向动态的随机变量转化，引入随机变量的意义是什么；随机变量的概率分布如何来描述；如何理解概率论中两大规律性的定理——大数定理和中心极限定理以及他们的应用；用样本来描述总体的基本规则和要求是什么；各种统计量反映了哪些总体的参数；矩估计，极大似然估计和区间估计的原理又是什么；假设检验到底要检验什么，基于什么原理，是如何实施的等等。这些问题只有讲清楚学生才真正明白自己在学什么，能解决什么问题以及如何解决。从而提高学生分析、解决问题的能力，提高学习效果。

3.2. 适时引入案例教学，提高学生参与度，培养应用、实践能力

为适应新工科专业人才培养需要，提高学生学习兴趣和自主学习能力，适时引入案例教学，从具体问题出发，精心设计每个知识点的导入案例和应用案例，有机融入课程思政，引导学生用概率论和统计学的思想、方法将其转化为数学问题，建立概率模型并用恰当的数学方法求解。比如，全

概率公式和贝叶斯公式处可设计导入案例—疾病诊断中的假阳性与假阴性；二项分布的应用中设计思政案例——机器故障与维修(资源分配)；条件分布处设计应用例题—由脚长估计罪犯的身高；数学期望的应用设计应用案例——投资风险与投资策略；点估计与区间估计的概念设计思政导入案例——水稻亩产量的估计；假设检验的应用处设计应用例题——近化工厂水源水质鉴定等等。进一步，还需凝练专业学科前沿及时事热点中概率论与统计学中的应用案例，问题通常在一定程度上超出学生的知识范围，借鉴数学建模竞赛形式，教学中，将学生分组，并在课前发布问题，学生可先通过网络等平台了解问题的背景，学习相关知识，然后通过课上教师的引导，对问题进行深入分析，带领学生找到解决问题的模型、方法；课下学生借助软件(R、MATLAB 等)计算出结果，并进行分析。案例选取要结合专业和热点问题，引起学生学习兴趣，数量 1~2 个为宜，如核酸混检方案，配送中心选址，垃圾邮件过滤及葡萄酒评价等。由于案例问题一般相对复杂，涉及到一定的专业知识，教学内容在有限学时内难以开展，因此，可以借助网络(教学)平台，开展线上讨论、交流和成果展示，既提高学生的参与度，又促进学生自主学习，增强了学生分析数据解决实际问题的能力、数学建模能力及创新能力。

3.3. 采用线上线下混合教学模式，进行拓展学习

随着后疫情时代的到来，开展线上线下混合教学模式已具备条件。教学中充分利用网络平台和数字化资源开展个性化、自主性学习。线上实现线下教学中难以开展的案例教学或拓展教学活动如讨论、在线测试等，以提高教学活动的参与度。同时，为了更好地在线开展案例教学，帮助学生课后自主完成案例的算法实现和结果分析，在线资源中应该包含 R 语言、MATLAB 及 EXCEL 分析工具库中“统计分析功能”相关介绍及相应地视频操作演示。通过线上线下混合教学模式，让每位学生课上、课下积极参与进教师发布的教学活动中，充分发挥学生的主观能动性，全面提高学生的应用能力和计算能力，有效帮助不同层次、不同学习需求的学生自主进行深度和广度拓展学习。

3.3. 多元化考核评价，体现能力与公平

构建线上、线下混合式教学过程中学生学习效果的多元化考核评价指标和成绩评定模式。总成绩由线上和线下两部分教学考核成绩组成。线下教学对应的成绩包括：课堂表现、课后作业和期末考试。其中，课堂表现包含课堂互动和签到，占总成绩的 10%；课后作业，占总成绩 10%，课堂表现和课后作业，体现的是学生课上出勤率和参与程度，是对线下学习态度和日常学习进度的考核。期末考试突出基础理论方法和基本概念的考核占总成绩 50%，考核成绩是相对客观、高效的。线上教学活动应对的成绩包括：在线测试和拓展应用。其中，在线测试，占总成绩的 10%，考察学生阶段性学习的学习效果，成绩能及时反馈学习效果，有效帮助教师调整教学进度及深度。拓展应用，结合实际应用案例，通过案例报告、结果演示或者有条件组织各小组答辩，评定成绩，占总成绩的 20%，突出考察学生的应用能力，创新能力及团队精神。多元化的考核评价体系，避免了成绩单一地由期末成绩决定的局面，系统地考察了学生学习的全过程，并突出实践能力的考察，符合新工科背景下人才培养需求。

4. 结语

以培养新工科人才为目标，对概率论与数理统计课程实施教学改革，首先系统梳理并优化课程内容，设计应用案例，课上帮助学生理清概率论与数理统计的知识体系脉络，用处理随机现象的思想、方法去看待世界、理解生活；同时采用线上线下混合教学模式，通过线上教学资源对课程内容进行深度和广度上的延展，同时在线上进行习题训练并开展应用实践项目，提高考试成绩同时培养应用能力、提升教学质量；最后改革考核方式，注重学习过程和能力考核，促进学生自主学习，有效提高学生的学习效果。

基金项目

高等学校大学数学教学研究与发展中心：《概率论与数理统计》课程中思政方法的研究与实践(CMC20220105) (A 档)。

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] 曹秀娟, 王言英, 鞠圣会. 新时代教育理念下的课堂教学实践探索[J]. 教育教学论坛, 2021(11): 105-108.
- [3] 李琴, 李斐, 丁春燕. 大数据背景下“概率论与数理统计”课程的教学改革[J]. 新课程研究, 2020(6): 32-34.
- [4] 程荣. 概率论与数理统计教学改革的探索与实践[J]. 人间, 2015(36): 98.
- [5] 徐尔, 赵鲁涛, 李娜, 等. 概率论与数理统计“金课”建设与教学改革——基于慕课的混合式教学模式的探索与实践[J]. 高等理科教育, 2020(2): 116-123.
- [6] 臧鸿雁, 刘林, 张志刚. 概率论与数理统计教学案例研究[J]. 大学数学, 2022, 38(2): 39-44.
- [7] 浦琰, 陈晶. 新工科背景下“概率论与数理统计”课程教改研究[J]. 教育教学论坛, 2021(10): 172-175.
- [8] 梁银双, 徐自立. 新工科背景下一流课程建设的教学创新与实践——以“概率论与数理统计”为例[J]. 科教导刊, 2022(32): 114-116.
- [9] 李小琴. 新工科背景下的应用型本科院校《概率论与数理统计》课程改革研究与实践[J]. 科技资讯, 2019, 17(1): 174-175.
- [10] 段宝彬, 丁芳清, 牛欣. 自主学习和案例教学在概率论与数理统计教学中的应用[J]. 合肥学院学报(综合版), 2020, 4(37): 123-127.