



教育研究前沿进展
ISSN: 2789-5521(print)
雙清學術出版社

Contents lists available at www.qingpress.com
Journal homepage: qingpress.com/zh-cn/journals/1



基于建构主义的概率论与数理统计课程融入数学建模思想方法的研究与实践

杜健¹ 许传青² 胡红娟¹ 李慧珍¹

(1. 陆军装甲兵学院基础部, 北京 100072;

2. 北京建筑大学理学院, 北京 100044)

摘要: 概率论与数理统计是大学的基础实践课程, 对培养学生创新应用能力具有重要意义。本文以建构主义的教育理念为指导, 在分析传统概率论与数理统计课程教学现状的基础上, 从全方位渗透数学建模思想方法、构建具有交叉学科知识的内容体系、开发设计具有现实背景的建模案例、形成具有探究启发式的教学模式等四个方面, 提出了融入数学建模思想方法的基本策略。此外, 本文在教学实践案例, 对建构学生的知识体系、培养解决问题的能力方面给出了指导性措施。

关键词: 建构主义, 数学建模, 创新能力

资助项目: 高等学校大学数学教学研究与发展中心项目(项目编号: CMC20210311)资助成果; 陆军装甲兵学院自主立项项目(项目编号: 2021CJ34)资助成果; 陆军装甲兵学院军事教育科研项目(项目编号: 2022CG10)资助成果; 北京建筑大学研究生教学质量与提升项目(项目编号: J2021010)资助成果。

2789-5521/© Shuangqing Academic Publishing House Limited All rights reserved.

Article history: Received November 22, 2022 Accepted December 3, 2022 Available online December 4, 2022

To cite this paper: 杜健, 许传青, 胡红娟, 李慧珍(2022). 基于建构主义的概率论与数理统计课程融入数学建模思想方法的研究与实践. 教育研究前沿进展. 第2卷, 第3期, 1-6.

Doi: <https://doi.org/10.55375/jerp.2022.2.15>

Research on Mathematical Modeling Ideas and Method Teaching of Probability Theory and Mathematical Statistics based on Constructivism Theory

Jian Du¹, Chuanqing Xu², Hongjuan Hu¹, Huizhen Li¹

(1. Department of Fundament, Army Academy of Armored Forces, Beijing, 100072, China

2. Science College, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing, 102627, China)

Abstract: Probability theory and mathematical statistics is a basic practical course in universities, which is of great significance in cultivating students' innovative application ability. Guided by the educational concept of constructivism and based on the analysis of the current teaching situation of the traditional probability theory and mathematical statistics courses, this paper puts forward the basic strategies of integrating mathematical modeling ideas and methods from four aspects: comprehensively infiltrating mathematical modeling ideas and methods, building a content system with interdisciplinary knowledge, developing and designing modeling cases with realistic backgrounds, and forming a modeling teaching model with inquiry heuristic. In addition, this paper gives guiding measures to build students' knowledge systems and cultivate their problem-solving abilities in teaching practice cases.

Keywords: Constructivism, Mathematical modeling, Innovation ability

1. 引言

概率论与数理统计课程是人才培养体系中的科学文化通识课程,主要研究随机现象的概率分布及其统计规律性。课程具有较强的应用背景,通过教学使学生理解概率统计的基本概念,培养运用随机思想分析问题、建立模型、模拟求解的应用能力,形成求真务实、热爱科学的价值观。在课程中融入数学建模的思想方法,培养学生数学思维由“确定性”向“不确定性”过渡,提高学生的优化决策能力、指挥作战能力及快速反应能力具有重要意义,是落实新时代教育方针“立德树人、为战育人”重要任务的重要举措。

2. 传统课程教学现状分析

当前教学中注重概率论与数理统计基础知识、基础理论的讲授,教学过程中注重渗透数学建模的思想,培养了学生对实际问题进行数学描述、分析求解的应用能力。但通过问卷、访谈等方式调查学生在专业课程学习、毕业论文(设计)及岗位任职后指挥决策等方面的素养情况,结果表明学生很难运用概率统计的随机性思维方法建立模型解决军事问题,表现为创新意识不足,应用能力弱化,反映出概率论与数理统计课程在突出教学的实战化功能、培养学生数学实验与建模创新能力方面,还存在着较大的差距。

目前的教学内容主要是概率与统计的基本概念、随机变量的概率分布、随机变量的数字特征、参数估计及假设检验等,这些经典内容对培养学生理解概率统计基础知识、提升科学素养、塑造健全人格具有中重要意义。但现代科技的迅猛发展,大量交叉学科不断涌现,特别是大数据学科的迅猛发展,这些新的前沿理论一直却未能渗透到教学内容中,教学缺乏实验与建模的应用理论。而且,概率统计课程沿用传统的教材演绎体系,课程更多地是囿于自身学科体系,在自身领域进行知识理论传授,课程主要体现为工具功能,较少从军事专业学科融合的视角体现“教为战”的共同育人功能,教学缺乏实验与建模思想方法的支撑,教学难以落实“做中学”的教学理念,影响了学生的建模及应用能力的培养。

3. 建构主义学习理论

建构主义兴起于 20 世纪 80 年代,是一种关于知识和学习的理论,强调学习者的主动性,认为学习是学习者在自己原有的知识经验基础上,生成对知识经验新的意义并建构理解的过程,特别地这一过程是在社会文化互动中完成的。建构主义学习理论主要包括知识观、主体观、学习观以及教师观四种观点。^[1]其中,知识观强调知识在某种情况下是动态转化的,是人们为了能够记住世界所作的标记和解读,只有被人们理解并灵活运用知识才具有价值。主体观强调教师与学习者的地位在整个教学过程中不分伯仲,只是各自扮演得角色不同。学习者是信息加工处理的核心人员,而教师是这个过程中的监督者与帮助者,只有二者有效配合才能形成高效有质的课堂。^[2]学生观倡导学生主动探索新事物,鼓励学生通过自己的努力独立解决问题,而不是始终处于被动接受学习的状态。通过学生思想上的转变,实现真正意义上的学生中心。教学观认为教师在教学过程中不能一味的传输知识,而是知识与学习者之间的桥梁、纽带,通过引导、督促或监督的方式让学生完成有意义学习。^[3]

建构主义认为,“学习是建构内在的心理表征的过程,学习者并不是把知识从外部搬到记忆中,而是以已有的经验为基础,通过与外界的相互作用来建构新的理解”(D. J. Cuninghan, 1991)。^[4]因此,知识不是通过教师传授得到,而是学生在一定的情境即社会文化背景下,借助教师和学习伙伴的帮助,利用必要的学习资料,通过意义建构的方式而获得。从这个意义来看,学习是在一定的情境下,借助其他人的帮助即通过人际间的协作活

动而实现的意义建构过程，因此建构主义学习理论认为“情境”、“协作”、“会话”和“意义建构”是学习环境中的四大要素或四大属性。概率论与数理统计是一门实践性课程，以建构主义为理论指导，在课程教学中融入数学建模的思想方法，是培养学生运用随机数学知识建模有效教学方式。

4. 基于建构主义融入数学建模思想方法的教学实施策略

概率论与数理统计课程重在培养学生运用随机性数学思想解决实际问题的意识，学生只有通过实际案例中数据信息的分析，在建立模型的过程中，才能深刻理解概率统计概念的使用范畴、数量关系及数据规律的归纳方法，通过自身的探索、发现去建构知识的意义，形成解决问题的创新应用能力。

4.1 渗透数学建模思想方法于教学全过程

数学思想是指对数学理论和内容的本质的认识，数学方法是数学思想的具体化形式；建模思想，是运用数学建模去解决问题的思想，是传统数学思想的精华与现代数学思想的结合。模型思想的建立是学生体会和理解数学与外部世界联系的基本途径，也是体会和理解数学各部分之间关系的基本途径。建模过程是渗透数学思想方法的过程，主要有数形结合思想方法、方程思想方法、函数思想方法、等价转化思想方法、化归思想方法、逻辑划分思想方法、类比化归和类比联想思想及探索思想等。只要在概率统计教学中注重全方位渗透数学建模思想方法，就可以使学生从本质上理解数学建模，把数学建模知识内化为学生的心智素质。

4.2 构建具有交叉学科知识的内容体系

建构主义认为，学生的能力结构与课程体系结构应有一种清晰的映射关系。在深入理解概率统计经典内容的基础上，对基本概念、基本理论从不同的层面，进行多角度的阐释，引导学生辨析概念的内涵与外延，深化对知识本质及逻辑关系的理解。突破传统的数学课程通识教育功能，从思维培养、专业基础、服务装备及作战大数据处理与分析等层面，打破数学课程与专业课程的学科壁垒，将课程内容与其他交叉学科相互联系，探究不同学科内容相互关联的接口，深化和拓展数学课程的应用功能，建构学生交叉融合的知识结构与知识体系，为数学建模打下良好的理论基础。

4.3 开发设计具有现实背景的应用案例

以新的作战样式为牵引，按照作战指挥及装备保障需求，依据学生实验与建模能力素质生成要求，设计基础与专业相互融合、交叉渗透的一体化应用案例。案例中融入新的现代前沿科技知识，其中以军事应用案例为主。以案例引出问题，介绍概念提出背景，再按照思维认知过程对知识进行解析，归纳出基本理论，并通过对问题的解决升华理论，体现了概率论与数理统计概念的产生及应用方法。

4.4 形成具有探究启发式的建模教学模式

融入建模思想方法的教学,通过设计具有挑战性的问题情境,问题本身具有的高阶性与复杂性与学生现有知识基础,构成了认知上的矛盾与冲突,激发学生解决问题的欲望。教学应改变以往过于强调接受学习、机械训练的形式,着力于分析问题、解决问题思维能力的培养。引导学生在对问题背景分析、假设条件提出、数学模型建立、编写程序求解的过程中,逐步探究、层层递进,最终逼近问题的解答。现有经验、知识于开创性问题的解答,充分暴露了内在的新旧观念的冲突,构建学生在数学知识层面的心理表征,形成了新的认知结构,使学生从心理认知上真正理解和消化新知识,达到“顺应”和“同化”的最佳结果,培养了问题的解决能力。^[5]

5. 渗透数学建模思想方法的教学实践

在概率论二项分布教学中,设计一个建模案例。因为现代战争的需要,许多国家都有洲际导弹基地。设一个国家需要有洲际导弹才能攻击的目标有 n 个,则这个国家需要设置多少个洲际导弹基地?

【问题分析】假设要设置 m 个导弹基地, m 太大会引起军费投入过多,影响一个国家的经济发展; m 太小则可能无法适应未来战争的需要。为了研究的方便,做出一个合理的假设:这 n 个目标是否需要攻击是相互独立的,且需要攻击的概率是 p ,现在要求“在任一时刻每个洲际导弹需要攻击的目标不超过 s 个”这一事件的概率不小于 a (一般取 0.9 或 0.95),则至少需要拥有多少个洲际导弹基地?

【模型建立与求解】设事件 A_k ,表示在任一时刻恰有 k 个目标需要攻击, $K=1,2,\dots,sm$,于是事件 A_k 的概率为:

$$P(A_k) = C_n^k p^k (1-p)^{n-k}$$

由于 A_0, A_{1L}, A_{sm} , 为两两互斥的事件, 所以

$$\sum_{k=0}^{sm} P(A_k) = \sum_{k=0}^{sm} C_n^k p^k (1-p)^{n-k} \geq \alpha$$

找一个最小的自然数 m , 使上面的不等式成立, m 就是本问题的答案。上述方法虽然把问题具体化了,但在求 m 时,比较麻烦。这时换个角度来看这个问题。设随机变量 η_n 为任一时刻洲际导弹基地需要攻击的总目标数,则 $\eta_n: b(n, p)$ 。于是由德莫佛一拉普拉斯中心极限定理得

$$P(\eta_n \leq sm) \approx \Phi\left(\frac{sm - np}{\sqrt{np(1-p)}}\right) \geq \alpha$$

进而有

$$m \approx \frac{np + u_\alpha \sqrt{np(1-p)}}{s}$$

由于 m 是自然数，所以进一步取整加 1，即

$$m \approx \left\lceil \frac{np + u_\alpha \sqrt{np(1-p)}}{s} \right\rceil + 1$$

【点评】通过案例教学，学生在对问题分析的基础上，引入适当的变元对问题进行数学描述，通过探究函数关系建立数学模型，在解决问题的过程中深化了对数学概念的理解，在主动探索过程中形成了新的认知结构，有利于培养学生用概率统计思想方法建立模型解决实际问题的应用意识与创新能力。

参考文献

- [1][美]莱斯利·P.斯特弗(Leslie P. Steffe), [美]杰里·盖尔(Jerry Gale)(2002).教育中的建构主义[M].上海:华东师范大学出版社,21-23.
- [2]温彭年,贾国英(2002).建构主义理论与教学改革—建构主义学习理论综述[J].教育理论与实践.(05):15-16.
- [3]张思明,胡凤娟,王尚志(2017).数学建模从走近到走进数学课堂—推介《数学建模教学与评估指南》[J].数学教育学报.(06):25-27.
- [4]张建侠,武新乾(2011).注重统计思想的工科概率统计教学模式[J].中国电力教育.(16):18-20.
- [5]马健(2016).大学概率统计教学的新问题及课程内容改革[J].长沙大学学报.(05):15-18.