

基于 BOPPPS 教学模型的概率论与数理统计课程教学实践

施政 王群 孙亚洲

南京传媒学院, 中国·江苏 南京 211172

摘要: BOPPPS 是一种以学生为中心的教学设计模型, 包括导入、目标、前测、参与式学习、后测和总结六个环节。首先对 BOPPPS 教学模型与传统教学模型进行了比较, 再基于 BOPPPS 教学模型并结合学习通平台, 针对概率论与数理统计课程中“两个独立二项总体等价性检验”内容设计教学方案, 教学案例选择了红学研究中的经典问题之一“《红楼梦》前 80 回和后 40 回是否为同一人所著”这一疑问作为切入点, 旨在增加学生的学习兴趣, 以点带面, 提高课程教学质量和育人效果。教学实践表明, 基于 BOPPPS 教学模型并结合学习通的教学设计, 能有效激发学生的学习兴趣, 提升课堂教学质量, 达到预期的教学目标。

关键词: BOPPPS 教学模型; 概率论与数理统计; 教学设计

Teaching Practice of Probability Theory and Mathematical Statistics Course Based on BOPPPS Teaching Model

Zheng Shi Qun Wang Yazhou Sun

Communication University of China, Nanjing, Nanjing, Jiangsu, 211172, China

Abstract: BOPPPS is a student-centered instructional design model that includes six stages: introduction, objectives, pre-test, participatory learning, post test, and summary. Firstly, a comparison was made between the BOPPPS teaching model and traditional teaching models. Then, based on the BOPPPS teaching model and combined with the learning platform, a teaching plan was designed for the content of “two independent binomial equivalence tests” in probability theory and mathematical statistics courses. The teaching case selected one of the classic problems in redology research, “whether the first 80 chapters and the last 40 chapters of” Dream of the Red Chamber “were written by the same person,” as the starting point, aiming to increase students’ interest in learning, lead by example, improve the quality of course teaching and educational effectiveness. Teaching practice has shown that based on the BOPPPS teaching model and combined with the teaching design of learning pass, it can effectively stimulate students’ interest in learning, improve the quality of classroom teaching, and achieve the expected teaching goals.

Keywords: BOPPPS teaching model; probability theory and mathematical statistics; instructional design

0 前言

如何优化课堂教学设计、提升教学效率、推动“以教师为中心”向“以学生为中心”的转变, 是当前教育工作者亟须解决的问题。概率论与数理统计作为理工科专业一门重要的基础课, 主要是运用多种方法分析和处理数据。在 AI 发展时代, 数据处于基石和核心的关键位置, 数据为模型训练提供了学习素材, 决定了模型的性能, 为算法的评估与改进, 发现新方向提供了依据, 为实现场景适配, 保障服务质量提供了支撑, 是驱动技术创新, 是引发行业变革的关键。

概率论与数理统计课程恰好提供了很多分析数据的方法。例如, 在处理图像识别任务时, 由于图像可能受到光照、角度、噪声等多种因素的影响, 图像中像素点的真实类别具有一定的不确定性。通过概率分布(如正态分布)可以对这些像素点的特征值(如颜色强度)的分布进行建模, 可以假

设图像中某个物体的像素颜色强度符合正态分布, 其中均值表示该物体像素颜色强度的典型值, 标准差表示其变化程度。因此, 对概率统计课程进行教学设计很重要, 论文将通过学习通和 BOPPPS 教学模型相结合, 实现线上、线下混合式智慧教学, 对概率统计课程的教学进行设计, 旨在提升教学质量, 培养学生分析数据的能力、创新思维和应用能力。

1 BOPPPS 教学模型

1.1 BOPPPS 教学模型简介

BOPPPS 教学模型起源于 20 世纪 70 年代的北美地区, 到 20 世纪 80—90 年代, 该模型在教师培训和教育实践中得到了进一步发展和完善, 教育工作者们在实践中不断尝试和调整各个教学环节, 使其更加符合教学实际和学生的学习特点。

BOPPPS 教学模型基于人类注意力规律,采用模块化设计,将教学过程划分为六个环节:导入 (Bridge-in)、学习目标 (Objective)、前测 (Pre-assessment)、参与式学习 (Participatory Learning)、后测 (Post-assessment)、总结 (Summary),其结构模型如图 1 所示。

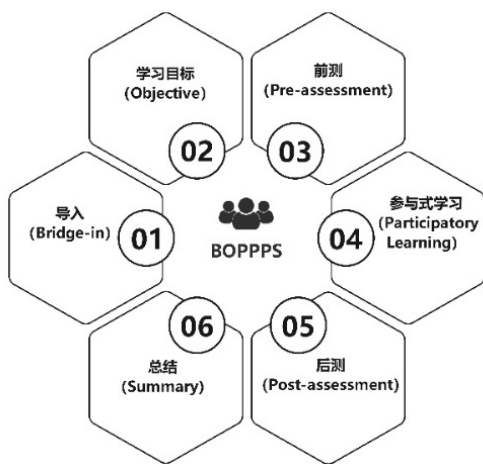


图 1 BOPPPS 教学模型示意图

该模型以认知理论和建构主义为理论依据,重点关注学生在课堂上如何高效地掌握知识。其中,教学互动与反馈是关键所在,核心要点包括两个方面:一方面,强调学生全面参与学习过程;另一方面,注重及时获取学生反馈信息,以此调整后续教学活动,从而达到预期的教学目标。

1.2 BOPPPS 教学模型与传统教学模型的比较

BOPPPS 教学模型与传统教学模型存在明显区别,主要体现在以下几个方面:① BOPPPS 教学模型以学生为中心,强调学生的参与性、互动性,传统教学模型以教师为主导,注重知识的单向传授;② BOPPPS 教学模型注重知识的传授、学生能力培养和素质提升并举,传统教学模型主要目标是传授系统的学科知识,侧重知识的记忆和理解;③ BOPPPS 教学模型有六个教学环节,彼此联系紧密,形成一个完整的教学闭环,传统教学模型通常按照“复习回顾—讲授新课—巩固练习—布置作业”的比较传统的教学流程进行,环节相对简单,学生参与度不高;④ BOPPPS 教学模型倡导多样化的教学方法,如小组讨论、案例分析、实验操作、课堂讨论、线上答疑等多种方式参与,传统教学模型以教师讲授为主,辅之以提问、练习等方法,教学手段相对单一;⑤ BOPPPS 教学模型评估方式多元化,过程性评价与终结性评价并重,传统教学模型以终结性评价为主,主要通过考试成绩来评估,对学生的学习过程和实践能力的评估相对不足。

2 基于 BOPPPS 教学模型的两个独立二项总体等价性检验教学设计

2.1 导入 (Bridge-in)

导入环节旨在吸引同学们的注意力,激发他们的学习

兴趣。通常采用情境、谚语、类比、设问等,呈现的形式可以是短视频、PPT 等直观的方式,本案例采用设问法。设问:在关于对《红楼梦》的系列研究中,《红楼梦》前 80 回和后 40 回是否为同一人所作,多有纷争,学者们大多从作品版本、作者身世、人物形象、主题思想、文学手法等方面进行研究和考证。那么,你认为《红楼梦》前 80 回和后 40 回的作者是否为同一人呢?我们能否从概率统计的角度来讨论这一有趣的问题呢?回答是肯定的,我们将运用统计方法分析前 80 回与后 40 回在某些方面是否存有差异。以花签为观测指标,统计其在各章节中的出现频次,并运用统计学中的等价性检验法分析差异。

2.2 学习目标 (Objective)

设立本节课需要达成的学习目标,主要涵盖知识与技能目标、过程与方法目标以及情感态度与价值观目标,如图 2 所示。

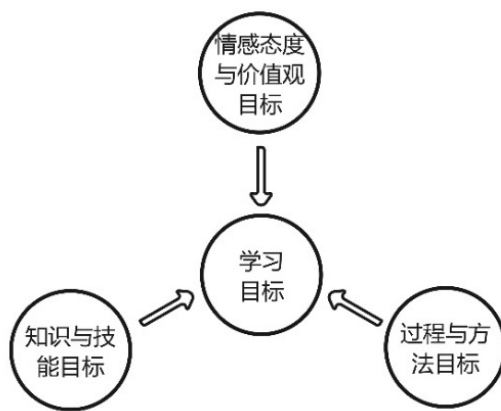


图 2 学习目标示意图

2.2.1 知识与技能目标

理解与两个独立二项总体等价性检验相关的基本概念。包括二项总体、等价性检验,掌握两个独立二项总体等价性检验的假设设置、检验统计量的构建及计算方法,学会根据计算结果和给定的显著性水平做出正确的决策,判断两个二项总体是否等价。

2.2.2 过程与方法目标

通过具体案例分析,培养学生运用所学知识解决实际问题的能力,提升学生数据处理与统计推断的技能;引导学生开展自主探究与合作交流,在讨论和实践过程中深化对知识的理解,培养学生批判性思维与创新意识。

2.2.3 情感态度与价值观目标

使学生感受概率统计在实际生活和科学研究里的重要意义,激发学生对概率统计的学习兴趣;培育学生严谨的科学态度和实事求是的精神,让学生在统计分析过程中遵守科学规范,保证分析结果的可靠性。

2.3 前测 (Pre-assessment)

前测环节的的目的是让教师能了解学生对与本次课堂教

学相关知识点掌握的情况,准确把握学生的课堂学习状态。具体的方法可以提问、测验、讨论等方式进行,前测的题目通过学习通事先布置好,限时在 2 分钟内完成,教师可及时查看检测效果,依据检测结果,针对检测中凸显的薄弱点,调整教学策略,确保教学效果。前测内容涵盖前期章节知识点(如二项分布、抽样分布)及本次课程所需的假设检验基础知识。

2.4 参与式学习 (Participatory Learning)

参与式学习旨在运用多种教学策略、教学资源,创造轻松的学习氛围,鼓励学生主动参与课堂教学,达到师生交互学习的效果。参与式学习突出学生主体地位,由教师引导,以分组讨论、问题驱动的方式展开,激励学生主动思考、总结。在这个过程中,不断提出新问题并解决问题。

问题一:你认为《红楼梦》前 80 回和后 40 回的作者是否为同一人?

进行分组讨论时,教师通过学习通发送问题一,该问题作为选择题进行发送,选项只有两项,A:是和 B:不是,教师可以通过学习通查看作答情况,该问题的回答,虽然没有涉及本次课所要讲授的具体内容,但能够极大地调动同学们的学习兴趣和学习积极性。

定义 假设检验的设置

原假设 $H_0: p_1=p_2$, 即两个独立总体的成功概率相等,也就是两个总体等价;

备择假设 $H_1: p_1 \neq p_2$, 即两个总体的成功概率不相等,也就是两个总体不等价。

强调原假设和备择假设的设定是进行等价性检验的基础,不同的假设设置会导致不同的检验方法和结论。

问题二:案例选择了《红楼梦》中着力描写的花荟情景,统计出花荟在《红楼梦》120 回中出现的频数,如表 1 所示,请从各回中花荟出现的频数入手,分析前 80 回和后 40 回在花荟这一情景指标上是否有区别。

表 1 《红楼梦》120 回花荟指标出现的频数统计表

	第 1~40 回	第 41~80 回	第 81~120 回
花荟	15	16	7

由表 1 所给出的数据,就可以尝试从花荟这一情景指标出发,通过概率统计的方法去尝试讨论《红楼梦》前 80 回和后 40 回关于作者纷争的问题了。以花荟这一指标为例,建立两个相互独立的二项总体的等价性检验:

① $X_1 \sim b(n_1, p_1)$ 表示第 1~80 回的二项分布,其中 $n_1=80$, $X_1=31$ 表示第 1~80 回中花荟出现的回数, p_1 表示第 1~80 回中,每回花荟出现的概率。

② $X_2 \sim b(n_2, p_2)$ 表示第 81~120 回的二项分布,其中 $n_2=40$, $X_2=7$ 表示第 81~120 回中出现花荟的回数, p_2 表示第 81~120 回中,每回出现花荟的概率。

等价性检验:

$$H_0: p_1 = p_2 \leftrightarrow H_1: p_1 > p_2$$

利用渐近正态检验计算检验的 p - 值,其检验统计量为,

$$U = \frac{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}{\sqrt{\hat{p}\hat{q}(n_1^{-1} + n_2^{-1})}} \sim N(0,1)$$

其中:

$$\hat{p}_1 = \frac{X_1}{n_1}, \hat{p}_2 = \frac{X_2}{n_2}, \hat{p} = \frac{X_1 + X_2}{n_1 + n_2}, \hat{q} = 1 - \hat{p}$$

对于等价性检验, p - 值 = $2[1 - \phi(|U|)]$, 这里 ϕ 是标准正态分布的累积分布函数。

为了参照对比,将《红楼梦》120 回分为第 1~40 回、第 41~80 回以及第 81~120 回共计三组,对各组之间进行假设检验,检验结果分列如下。

由表 2 中花荟数据可以看出,其检验的 p - 值小于 0.05,可见第 1~80 回与第 81~120 回在花荟上的描写具有显著的差异。

表 2 《红楼梦》第 1~80 回和第 81~120 回花荟出现次数的检验统计表

	U 检验值	p - 值	可信概率
花荟	2.3590	0.0184	98.16%

由表 3 中花荟数据可以看出,在第 1~40 回和第 81~120 回中花荟,其检验的 p - 值也小于通常的 0.05,因此第 1~40 回和第 81~120 回花荟的描写也有很显著的差异。

表 3 《红楼梦》第 1~40 回和第 81~120 回花荟出现次数的检验统计表

	U 检验值	p - 值	可信概率
花荟	3.4915	0.0004	99.96%

由表 4 中花荟数据可以看出,花荟的显著性明显,因此第 41~80 回和第 81~120 回花荟的描写也有很显著的差异。

表 4 《红楼梦》第 41~80 回和第 81~120 回花荟出现次数的检验统计表

	U 检验值	p - 值	可信概率
花荟	2.2232	0.0262	97.38%

为了对照前面分析的结论,将《红楼梦》中第 1~40 回和第 41~80 回也进行了对应的分析,数据如表 5 所示。

表 5 《红楼梦》第 1~40 回和第 41~80 回花荟出现次数的检验统计表

	U 检验值	p - 值	可信概率
花荟	0.2887	0.7728	22.72%

由表 1 和表 5 可以明显看出,第 1~40 回和第 41~80 回在花荟指标上无显著性差异,对它们也同样进行了等价性检验,得到的 p - 值非常大,可信度低,从统计学角度看,第 1~40 回和第 41~80 回中关于花荟的描写,没有显著性差异。

由此可见,《红楼梦》中前 80 回和后 40 回,在花荟的描写上还是有着显著性差异,说明两者在描写花荟的文风

上还是有着明显的差异。当然,这并不能推断《红楼梦》前 80 回和后 40 回是不是同一人所著,但是为我们从统计学的角度来了解和欣赏《红楼梦》提供了方法。

基于本案例的教学设计,让同学从红学研究中热点问题之一出发,学习了概率统计中的两个相互独立的二项总体等价性检验知识,使得学习过程充满了趣味性,既提升了同学的学习热情,又取得了较好的学习效果。

2.5 后测 (Post-assessment)

后测是指学生在通过前面的学习之后,需要对课堂的教学效果进行评价,以了解教学目标是否已达成,为后续的学习做铺垫。一般会给出一些具有实际背景的题目,将实际问题数字化处理,通过尝试求解该问题,检测学习效果。通过 PPT 展示问题三,并通过学习通同步发送,在同学作答完后,通过学习通提交答案。

问题三:为了检验两种药物 A 和药物 B 的有效率是否等价,我们对药物 A 进行了 120 次试验,其中有 90 次有效;对药物 B 进行了 150 次试验,其中有 110 次有效,请对比两种药物的药效?

解:使用渐进正态分布法计算:

计算样本比例:

$$\hat{p}_1 = \frac{x_1}{n_1} = \frac{90}{120} = \frac{3}{4}, \quad \hat{p}_2 = \frac{x_2}{n_2} = \frac{110}{150} = \frac{11}{15}$$

$$\hat{p} = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2} = \frac{90 + 110}{120 + 150} = \frac{200}{270} = \frac{20}{27}$$

计算检验统计量 U :

$$U = \frac{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}{\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p})\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} = \frac{\frac{3}{4} - \frac{11}{15}}{\sqrt{\frac{20}{27} \times \left(1 - \frac{20}{27}\right) \times \left(\frac{1}{120} + \frac{1}{150}\right)}} \approx 0.3105295$$

对于双边等价性检验。

查标准正态分布的累积分布函数:

$$\phi(0.3105295) \approx 0.6219$$

得:

$$p\text{-值} = 2 \times (1 - 0.6219) = 2 \times 0.3781 = 0.7562$$

由此可见,两种药物的有效率没有显著性差异,可以认为是等价的。在同学作答完成之后,请同学通过学习通提交答案,可以及时了解同学作答情况,并给出针对性的分析。

2.6 总结 (Summary)

与传统教学模式不同,对于 BOPPPS 教学模型,教师在总结过程中角色扮演,主要是起引导作用,而真正的课堂总结是交给学生自己来完成,学生可以自行总结本次课堂基本内容、重难点,通过后测来检验学习效果,并依据后测表现,为课后的复习,有针对性的作业布置提供依据。

3 结语

BOPPPS 教学模型以学生为中心,注重教学互动和反思,

对教师开展课堂教学、进行教学设计非常有效。教学设计必须立足于学情,因此教师们在运用该模型进行教学设计、开展教学时,需要从学情出发,从教学目标、教学方法、课程思政等方面掌握该模型,在教学过程中,无须拘泥固定流程,可根据学情灵活调整,从而达到预期的教学目标。

参考文献:

- [1] 张水利,屈聪,严磊,惠志昊.基于BOPPPS教学模式的概率论与数理统计课程思政教学设计——以离散型随机变量的数学期望为例[J].科学咨询(教育科研),2023(8):102-105.
- [2] 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.
- [3] 覃小伶,韦业,袁颖,等.基于BOPPPS教学模式的医药数理统计课程教学改革探究——以全概率公式的教学设计为例[J].大学教育,2024(7):63-67.
- [4] 孙月芳,郭照庄,毕晓华,等.基于BOPPPS教学模式的概率论与数理统计课程教学探索与实践[J].北华航天工业学院学报,2023,33(4):30-32.
- [5] 施秋红,唐予宁.基于BOPPPS教学模式的概率论与数理统计有效课堂教学设计——以假设检验教学设计为例[J].大学教育,2022(11):100-102.
- [6] 韦博成.《红楼梦》前80回与后40回某些文风差异的统计分析(两个独立二项总体等价性检验的一个应用)[J].应用概率统计,2009,25(4):441-448.
- [7] 任丽丽,张拥军,曹凤龙.深度学习理论与BOPPPS模型下“线性代数”课程思政教学实践[J].常州工学院学报,2024,37(6):95-99.
- [8] 裴昌根,曹润姿.基于一流本科课程要求的“微助教+BOPPPS”教学模式构建与应用[J].教育与教学研究,2024,38(12):56-65.
- [9] 刘琼玲.课程思政理念下基于BOPPPS教学模式的导数概念教学设计[J].大学数学,2024,40(6):110-117.
- [10] 张莉薪.基于BOPPPS混合式教学模式的高等数学课程思政教学设计——以“数列极限”为例[J].数学之友,2024(23):87-90.
- [11] 杨跃能,张士峰,邓少永.基于BOPPPS混合式教学模式的高等数学课程思政教学设计——以“数列极限”为例[J].高教学刊,2024,10(34):33-36.
- [12] 周克明,刘博,朱玉嘉.OBE理念下“雨课堂+BOPPPS”教学模式研究[J].长春工程学院学报(社会科学版),2024,25(3):110-114+127.

作者简介:施政(1977-),男,中国江苏涟水人,硕士,副教授,从事应用统计学研究。

基金项目:2024年江苏本科高校“理工类公共基础课程教学改革研究”专项课题“基于智能技术的应用型本科高校概率论与数理统计课程改革与创新探索”(项目编号:2024LGJK058);2024年南京传媒学院“高质量公共课教学改革研究”专项课题“新工科背景下民办高校高等数学教学模式探究”(项目编号:JG202412)。