

RCCSE中国核心学术期刊
中国人文社会科学扩展期刊
中国科技论文在线优秀期刊二等奖 甘肃省优秀期刊

高等理科教育



HIGHER EDUCATION OF SCIENCES

双月刊

2020年第02期

[总第150期]



互联网的力量 / 邬大光

查尔斯·威廉·埃利奥特就任哈佛大学校长的演说
(上)(1869年10月19日) / 查尔斯·威廉·埃利奥特 著 王文礼 译

论高等教育均衡发展的“五步走”逻辑 / 王洪才

中美一流大学学科发展状况比较研究 / 彭正霞

世界一流大学国际化战略的实施路径及其启示
——以新加坡国立大学为例 / 李昕照

中华人民共和国教育部主管
兰州大学 全国高等理科教育研究会主办

高等理科教育

HIGHER EDUCATION OF SCIENCES

目次

MU CI

顾问 严纯华 潘保田
孟宪平 王义道
方新贵

主编 邬大光

副主编 卢彩晨 李硕豪

编委(以姓氏笔划排序)

王国强 计国君

卢彩晨 兰利琼

邬大光 刘传勇

李川勇 李贵安

李俊峰 李硕豪

陈虎 张绍东

罗彦锋 周丛照

项聪 徐骏

高宏 高清维

黄捷 管晓刚

编辑部主任 李世萍

办公室主任 袁婷

卷首语

互联网的力量 邬大光

校长论坛

查尔斯·威廉·埃利奥特就任哈佛大学校长的演说(上)(1869年10月19日) 查尔斯·威廉·埃利奥特 著 王文礼 译(1)

学者笔谈

论高等教育均衡发展的“五步走”逻辑 王洪才(7)
区域高等教育均衡发展:理论逻辑与可行对策 贾永堂(8)
统筹市场与行政手段促进高校区域分布相对均衡 吴合文(9)

博士论坛

人工智能与大学生软技能 胡平平(11)
人工智能与单向度的人 吴永源(13)

发展战略

我国大学社会责任的制度化路径探析
——基于南开大学与台湾高雄科技大学的对比分析
吴梦林 吕福龙 茹宁(16)
高等教育后大众化时代大学内部质量管理路径探析 吴雪(25)

理论前沿

家庭对女性高等教育投资动力、成本与启示分析
郑文力 陈纲 张翠(30)

学科建设

中美一流大学学科发展状况比较研究 彭正霞(38)

教师发展

领导关系:导师与研究生关系的个案研究 谢俊文 章梦蒙(49)

学生发展

地方高校精英学院拔尖创新人才培养探索

——以 X 大学 Y 学院为例 赵祥辉 肖小聪 (55)

历史钩沉

华中大学理科教育的历史解析

李玉文 余子侠 (62)

全球视野

世界一流大学国际化战略的实施路径及其启示

——以新加坡国立大学为例 李昕照 (70)

教学改革

研究型高校本科通识教育课程实施困境探析

——基于 N 大学通识教育课程学生满意度的调查研究
黄凌梅 南晓鹏 (80)

基于以本为本理念的专业建设创新研究与实践

李 薇 申小玲 王 磊 黑新宏 鲁晓锋 (87)

基于“三教”理念的文科高等数学教学策略与模式探索

唐海军 胡 蓉 (94)

《有机化合物命名原则 2017》在环状烃类化合物教学中的探讨

罗千福 王朝霞 (101)

同伴教学法在高校实践教学中的应用研究

——以工程项目管理实训课为例 马 琰 (107)

电气信息类创新人才培养的探索与实践

刘 艳 李 擎 李江昀 史雪飞 崔家瑞 (111)

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
徐 尔 赵鲁涛 李 娜 张志刚 范玉妹 (116)

Contents (124)

兰州大学高等教育研究院简介 (封二)

编辑部版权声明:

1. 本刊已许可中国学术期刊(光盘版)电子杂志社在中国知网及其系列数据库产品中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意本刊上述声明。

2. 本刊为北京万方数据股份有限公司、万方数据电子出版社入选期刊,并由其对外提供信息服务,相关著作权使用费和稿费由本刊一并支付,如有异议,请在投稿时注明,本刊将适当处理。

《高等理科教育》编辑部

CONTENTS

Preface	
The Power of the Internet	Wu Da-guang
President's Forum	
The Speech by Charles William Eliot as President of Harvard University (Part 1) (October 19, 1869)	
..... Written by Charles William Eliot & Translated by WANG Wen-li (1)	
Scholar's Remarks	
Discussion on "Five-Step" Logic of Balanced Development of Higher Education	WANG Hong-cai (7)
The Balanced Development of Regional Higher Education: Theoretical Logic and Feasible Countermeasures	JIA Yong-tang (8)
Coordinating the Market and Administrative Means to Promote a Relatively Balanced Regional Distribution of Colleges	WU He-wen (9)
Doctors' Forum	
Artificial Intelligence and College Students' Soft Skills	HU Ping-ping (11)
Artificial Intelligence and One Dimension Man	WU Yong-yuan (13)
Development Strategy	
An Analysis of the Institutionalized Path of Social Responsibility of Chinese Universities	
—the Comparative Analysis of Nankai University and Kaohsiung University of Science and Technology	WU Meng-lin et al. (16)
An Analysis of the Internal Quality Management Path of the University in the Era of Higher Education after Popularization	WU Xue (25)
Theoretical Frontier	
Analysis of the Motivation, Cost and Enlightenment of Higher Education Investment from Family in Women	ZHENG Wen-li et al. (30)
Discipline Construction	
Comparative Study on Discipline Development of Top Universities in China and the United States	
..... PENG Zheng-xia (38)	
Teacher Development	
Leadership: a Case Study on the Relationship Between Mentors and Postgraduates	
..... XIE Jun-wen & QIN Meng-meng (49)	
Student Development	
On Top-notch Innovative Talents Cultivation in Elite Colleges of Local Universities	
—Taking Y School of X University as an Example	ZHAO Xiang-hui & XIAO Xiao-cong (55)
Historical Review	
A Historical Analysis of the Science Education of Hua Chung College	LI Yu-wen & YU Zi-xia (62)
Global Vision	
The Implementation Path of the Internationalization Strategy of World-class Universities and Its Enlightenment	
—Taking the National University of Singapore as an Example	LI Xin-zhao (70)
Teaching Reform	
Analysis on the Difficulties of Undergraduate General Education Curriculum Implementation in Research Universities	
—Basing on a Survey of Students Satisfaction on General Curriculum of N University	HUANG Ling-mei & NAN Xiao-peng (80)
Innovative Research and Practice of Professional Construction Based on Undergraduate Education	
..... LI Wei et al. (87)	
Exploration on Teaching Strategy and Mode of Liberal Arts' Higher Mathematics Based on the Conception of "Three Teachings"	TANG Hai-jun & HU Rong (94)
Discussion on <i>Naming Principles for Organic Compounds 2017</i> in the Teaching of the Cyclic Hydrocarbon Compounds	LUO Qian-fu & WANG Zhao-xia (101)
The Application of Peer Instruction in the Practical Teaching in Colleges and Universities	
—Taking Engineering Project Management Training Class as an Example	MA Yan (107)
Exploration and Practice of Cultivating Innovative Talents in Electrical Information	LIU Yan et al. (111)
"Golden Courses" Construction and Teaching Reform on Probability Theory and Mathematical Statistics	
—Exploration and Practice of Blended Teaching Mode Based on MOOC	XU Er et al. (116)
Contents	(124)
The Brief Introduction of Institute for Higher Education of Lanzhou University	(Inside Front Cover)

中国高等教育学会理科教育专业委员会会刊
中国学术期刊全文数据库(CNKI)来源期刊
维普中文科技期刊来源期刊
中国科技论文在线来源期刊

中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊
中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊
台湾华艺线上图书馆收录期刊

高等理科教育

HIGHER EDUCATION OF SCIENCES

双月刊

2020年 第2期 (总第150期)

主管: 中华人民共和国教育部

主办: 兰州大学 全国高等理科教育研究会

编辑出版: 《高等理科教育》编辑部

主编: 邬大光

地址: 甘肃省兰州市天水南路222号

邮政编码: 730000

电话: 0931-8912295 8912196

传真: 0931-8915520

电子邮箱: gaojiaos@lzu.edu.cn

出版日期: 2020年4月20日

印刷: 甘肃海通印务有限责任公司

发行: 自办发行

封面题字: 苏步青

责任编辑: 李世萍 袁婷

封面设计: 张学忠

国际标准号: ISSN1000-4076

国内统一刊号: CN62-1028/G4

ISSN 1000-4076



国内定价: 12.00元

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*

徐 尔 赵鲁涛 李 娜 张志刚 范玉妹
(北京科技大学 数理学院, 北京 100083)

摘 要 为了培养学生高级思维及解决复杂问题的综合能力,我们对概率论与数理统计课程开展了“金课”建设研究与实践。在原有课程建设的基础上,开发制作了概率论与数理统计在线课程,并开展了翻转课堂及线上线下混合式教学。教学内容增加了前沿性和应用性,教学方式和教学手段体现了先进性,线下教学活动具有探究性和个性化,考核方式呈现全程性和多元化。通过课程建设和改革,成功地实现了从“传授知识型”到“培养能力型”的转变。

关键词 慕课建设; 混合式教学模式; 教学改革; 概率论与数理统计

中图分类号 G642.4 **文献标识码** A

"Golden Courses" Construction and Teaching Reform on Probability Theory and Mathematical Statistics

—Exploration and Practice of Blended Teaching Mode Based on MOOC

XU Er, ZHAO Lu-tao, LI Na, ZHANG Zhi-gang, FAN Yu-mei

(School of Mathematics and Physics, University of Science and Technology Beijing, Beijing, 100083, China)

Abstract: In order to train students' advanced thinking and comprehensive ability to solve complex problems, we have carried out "golden courses" construction research and practice on the course of "Probability Theory and Mathematical Statistics". On the basis of the original course construction, we developed an online course of "Probability Theory and Mathematical Statistics", and carried out online and offline hybrid teaching. The content of courses is frontier and applicable, teaching methods reflect the advanced nature, offline teaching activities are inquiring and interactive, and adopt a variety of assessment methods. By the construction and reform of the probability statistics course, the transformation from "Teaching knowledge" to "Cultivating ability" has been successfully realized.

Key words: MOOC; blended teaching mode; teaching reform; probability theory and mathematical statistics

* 收稿日期 2019-12-22
资助项目 北京市教育科学“十三五”规划2017年度优先关注课题(项目编号:CEHA17066);北京科技大学青年教学骨干人才培养计划(项目编号:2302017JXGGRC-001);“概率论与数理统计”金课建设研究与实践(项目编号:JG2019Z03)。
作者简介 徐尔(1961-)女,北京人,副教授,主要从事概率统计及运筹控制研究。

一、前言

2018年6月21日,教育部召开了改革开放以来第一次中国高等学校本科教育工作会议,指出要把本科教育放在我国人才培养的核心地位,提出建设“金课”的目标和要求^[1]。为了更好地将知识、能力和素质融为一体,培养学生的高级思维及解决复杂问题的综合能力,我们对概率论与数理统计课程开展了“金课”建设研究与实践^[2]。在原有课程建设的基础上,概率统计教学团队重新精心设计,丰富扩充了原有的教学内容,开发制作了概率论与数理统计在线课程,并开展了翻转课堂及线上线下的混合式教学^[3]。课程内容大大增加了前沿性和应用性,培养学生独立思考能力与学以致用能力;教学方式通过结合多元化信息技术手段充分体现了先进性;线下通过开展互动式、探究式教学活动,进行开放性的课堂讨论,培养学生创新思维能力^[4];采用多元化课程考核方式,对学生学习的全过程进行考核。该课程已成功在“中国大学 MOOC”平台上线。通过课程建设和改革,成功地实现了从“传授知识型”到“培养能力型”的转变^[5]。

二、概率论与数理统计教学现状

概率论与数理统计课程(48学时)是理工科学生三门基础数学必修课之一,是各个学科领域中进行理论研究和实践工作的基础,对培养学生的综合能力,提高学生的数学素养,提升科研和创新能力都具有重要的作用。但对大二学生来说,相对高等数学和线性代数而言,课程具有相当大的难度。而目前的教学现状很难提高教学质量,达到本课程的教学目标。

(一) 教学手段陈旧

概率统计研究的是随机现象中的统计规律性,而统计规律通常隐蔽在海量数据中,只有在大量重复实验中才能被呈现出来,而呈现方式在传统、陈旧的教学手段下很难实现,这就加大了学生对结果理解的难度。

(二) 教学内容滞后

概率统计是研究解决随机问题重要的数学工具,在实际中具有广泛的应用。但传统教学重理论轻应用,课堂教学所用的例子与实际生活也相去甚远。为了培养学生解决实际问题的综合能力,亟须改进相对滞后的教学内容。

(三) 教学模式落后

传统教学模式中教师占主导地位,课堂教学质量完全依赖于教师的教学水平,不能体现学生在教学中的主体地位。学生学习被动,没有机会去思考,提问和质疑,不能很好地调动学生的学习积极性,更无从培养他们的创新意识、创新思维 and 创新能力。

(四) 考核方式单一

与传统教学模式相匹配的考核方式自然是考试成绩一锤定音,这种单一的评价体系导致学生往往通过做大量习题来提高成绩,而忽略了自身能力的培养。

为了彻底改变这种落后的教学现状,我们通过“金课”建设,引入基于慕课的线上线下混合式教学模式^[6],其教学设计思想如图1所示。

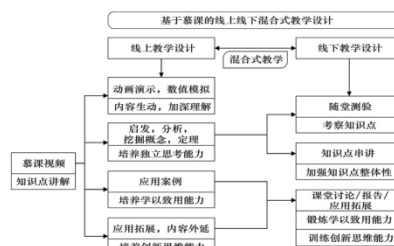


图1 线上线下混合式教学设计图

三、概率论与数理统计慕课建设

作为大规模在线开放课程,慕课具有开放性、自主性和碎片化的显著特征。由于每个视频短小精悍,内容独立,学生可以自主掌握学习进度和内容,充分体现了自由度和能动性,因而受到广大学生的欢迎。但同时也带来缺乏师生互动及课堂氛围的弊端。大量数据显示,学生对慕课课程选课率高,但完成率低。这种现状无疑对慕

课建设提出了更高的要求,而不能简单地把教学内容从教室屏幕搬到电脑屏幕上。我们教学团队(7人)利用6年时间致力于将知识传授、能力培养、应用创新教学目标设计在视频制作里,利用多元化信息技术极大丰富扩充了原有教学内容,精心创作开发出了高质量的精品慕课,并配套建设了慕课题库^[7]。2018年底北京科技大学概率论与数理统计慕课已经在“中国大学MOOC”平台成功上线,目前注册人数已达2万左右,并获得4.8分的好评。慕课视频录制的3位青年教师均为北京市或全国青教赛一等奖获得者,其中两位还获得了“北京市高等学校青年教学名师”的光荣称号。

为了建设优质慕课,给学生提供精品视频,达到“金课”建设的目标和要求,我们教学团队经过长期积累和努力,自主开发设计了大量应用案例,精美的动画演示及 Matlab 数值模拟,运用先进的教学手段使教学内容生动易懂,具有启发性、趣味性和高阶性。并将提出问题、分析推导、给出方法、应用案例及拓展外延的教学模式设计在每个教学视频内容的讲解中,使学生在自主学习过程中兴趣盎然,学会积极思考,运用所学知识解决实际问题,培养高级思维及解决复杂问题的综合能力^[8]。并几乎在每个课程单元里都设计有应用拓展和内容外延的环节,增加教学内容的超前性、挑战度,培养学生创新思维能力。

(一) 知识点的划分

在线上学习环节中,视频学习处于核心地位。学生通过学习分散在每个视频中的知识点完成该门课程所有内容的学习。因此在课程体系的组织中,知识点的划分既要体现系统性,又要具有独立性,既能保持完整性,又能化整为零碎片化。在概率论与数理统计视频制作中,结合传统课堂教学经验,将概率论5章及数理统计3章的内容进行了知识点合理划分,并突出重点、难点的时间分配,增加了大量动画演示,数值模拟和应用案例,最终形成了57个既相互独立,又前后联系的教学视频。

(二) 教学手段的先进性

• 118 •

1. 动画演示,内容生动

在教学过程中,采用动画演示可以使抽象的数学概念、结果形象化,大大增强了课程的趣味性和直观性,有利于激发学生的学习兴趣,并提高对内容的理解程度。

动画:相关系数是用来描述两个随机变量之间线性关系的紧密程度的。但教材上的结论会让学生感到费解,不直观。如:(1)若 $\rho_{XY} = \pm 1$,则Y与X有严格线性关系;(2)若 $\rho_{XY} = 0$,则Y与X无线性关系;(3)一般有 $0 \leq |\rho_{XY}| \leq 1$ 。而动画演示会有一目了然的效果,使学生清楚地了解两组数据正、负相关;严格正、负相关以及不相关的状态,如图2所示。

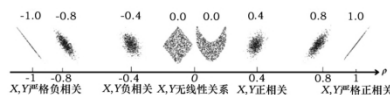


图2 正负相关,严格正负相关动画演示

2. 数值模拟,加深理解

为了发现统计规律,需要进行多次试验,这在传统教学过程中很难实现。为了在短时间进行大量重复试验,让学生能够对概率统计的结果有更深入、直观的理解,我们使用 Matlab 数学软件编程,模拟课程中涉及的各种实验,几乎每个重要的知识点都设计了计算机模拟演示。通过模拟演示,使学生直观地感受到实验的意义,验证得到的结果。同时,向学生展示了数学软件 Matlab 的强大功能,吸引学生对课程的兴趣。

(三) 独立思考能力的培养

在过去的教学模式中,学生往往被动地接受知识,缺乏参与意识和学习目标,显然不符合培养具有批判性思维及创新能力新型人才的需求。为了使由被动思考过渡到主动思考,再提升到独立思考,每个慕课单元的教学设计中,对概念定理的讲解和分析都是以问题为导向,不断提问,不断解决,由易到难,逐渐递进。分析方法采用由表及里,由特殊到一般的归纳法,及由已知到未知的迁移法,使学生分析问题、思考问题的能力通过反复训练得到提升^[9]。

举例来说,在介绍协方差定义的时候,传统

讲法直接给出书上的公式，令人费解。以往的学生望而却步，放弃深究。我们现在的教学设计是，通过“国内生产总值与政府卫生支出”的应用案例，引导学生通过观察、分析、思考、推导出协方差的概念，具体做法如下（在大班课上实践后收到很好的效果）：

第一，问题的引入：选取 2003—2012 年国内生产总值（GDP）、政府卫生支出（GHE）数据记录如表 1 所示。

表 1 GDP 与 GHE 数据表 单位：万亿元

年份	X (GDP)	Y (GHE)
2003	13	0.11
2004	16	0.13
2005	18	0.16
2006	22	0.18
2007	27	0.26
2008	32	0.36
2009	34	0.48
2010	40	0.57
2011	47	0.75
2012	52	0.84

问题是研究随机变量 X 与 Y 之间的关系。 X : GDP, Y : GHE, (X, Y) : 二维随机变量。

第二，由动画演示（见图 3），可以直观观察到两个随机变量间有明显的线性关系，于是提出问题：这种线性关系如何量化？

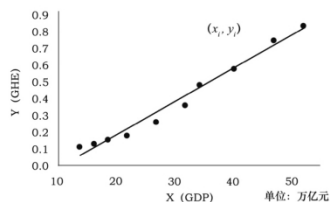


图 3 X (GDP) 与 Y (GHE) 动画演示

问题导向虽然能够吸引学生积极参与思考，

但是一开始基本上都是一脸愁云，一筹莫展。

第三，启发思考，是否可以通过平移坐标系，使两者关系有明显特征？应该如何平移？学生在问题的引导下，注意到随机点的中心位置： $(\bar{x}, \bar{y})$ ，当坐标系的原点移到这个中心位置时，它们关系的特征立刻清晰可见。居然正相关时位于一三象限，负相关时位于二四象限，学生们为此发现兴奋不已（见图 4）。

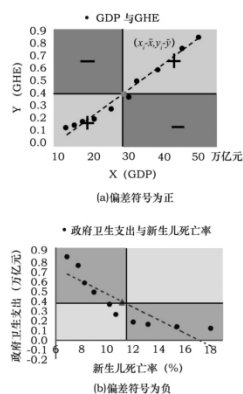


图 4 正相关与负相关动画演示图

第四，进一步启发思考，一三象限、二四象限的特征如何量化？引导学生进一步观察各随机点 (x_i, y_i) 到中心位置 $(\bar{x}, \bar{y})$ 的偏差 $(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$ ，居然发现一三象限偏差都为正，二四象限偏差都为负的特征，学生们为此几乎欢呼起来。

第五，进一步启发思考，能不能用一个数字特征来描述所有随机点的正偏差或负偏差？由于已经学过数学期望的概念，学生基本上都能两眼放光，马上会想到取平均值，于是得到平均偏差：

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

第六，进一步启发思考，离散的情况如何过渡到连续的情况呢？学生们立刻想到用数学期望取代算术平均值，于是得到协方差的一般定义：

$$\text{Cov}(X, Y) = E[(X - EX)(Y - EY)]$$

通过以上过程,由观察现象到启发思考,逐步推动学生最终完成了一个数学概念的推导。它的意义在于追根溯源才能真正掌握概念的本质,而探究的过程是思考能力形成的过程。

培养学生独立思考能力是高等教育的使命,是我们最重要的教学目标之一。但独立思考能力不会一蹴而就,要通过长期启发引导训练,才能完成从被动思考到主动思考,再升华到独立思考的飞跃,线上线下混合式教学模式提供了这样的平台^[10]。

(四) 学以致用能力的培养

为了帮助学生掌握运用概率统计方法解决实际问题,我们自主开发了大量的应用案例(85个)。通过每个慕课单元中实际问题的引出、分析、建模和求解,使学生能够逐步掌握如何解决实际问题。下面的应用案例给出了培养学生解决实际问题的完整过程。

在介绍二维连续型随机变量和的分布时,我们引入了食堂窗口规划问题:学校食堂每天中午为全校约10 000名学生提供午餐,假设每个学生在每个窗口打饭时间相互独立,都服从 $\lambda = 2$ 的指数分布,为了能让所有学生以99%的概率在1.5小时内打完饭,至少需要开设多少个窗口(这个应用案例在大班课上实践后收到很好的效果)?

这是学生身边的实际问题,一经提出,立刻引起学生共鸣。虽然个个摩拳擦掌,跃跃欲试,但似乎一头雾水,找不到切入点。于是教师以问题为导向,通过提出问题,分析问题,最终解决问题。具体步骤如下:

1. 分析问题:每个学生打饭时间都是随机变量,那么总服务时间是10 000名学生打饭时间的和:

$$Z = X_1 + \cdots + X_{10\,000}$$

进而提出问题:如何将实际问题转化成数学问题?

2. 建立数学模型:求窗口个数 $\left\lceil \frac{c}{90} \right\rceil$,即求c分钟,使得总服务时间超过c的概率小于1%,

• 120 •

即 $P\{Z > c\} < 0.01$ 。此时,经过长期训练,学生们都知道,要计算概率,必须先算分布。

3. 提出问题:两个相互独立的指数分布的和服从什么分布?学生们都会愉快地由卷积公式求出两个变量和的分布。然而再由这个结果推广到10 000个随机变量和的分布,学生们就力不从心了。在教师的帮助下最终可以推导出结果。

4. 求Z的概率分布:推广得到10 000个随机变量和的分布,居然是伽马分布。学生们开心地欢呼雀跃。接下来碰到的困难是怎么用伽马分布计算概率呢?常规的办法已经失效,必须借助计算机求解。

5. 利用Matlab软件求近似解:图5给出了取不同值时对应的概率取值情况。在99%的把握情况下,总服务时间不会超过5 117分钟。于是在1.5小时内服务完毕,需要窗口 $5\,117/90 \approx 57$ (个)。学生们为得到这个答案,经历一波三折,跌宕起伏,特别享受终于到达彼岸的成就感。当学生自鸣得意的时候,再进一步引导思考,还有没有其他方法近似计算?为后期课程中心极限定理做铺垫。

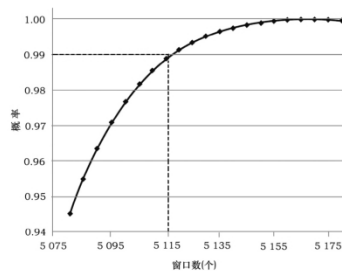


图5 窗口数与概率的数值模拟

“学以致用”的教学目标不仅仅是美好的愿望,还必须通过长期训练来实现,因此线上线下混合式教学模式提供了这样的机会。学生们发现解决实际问题远比他们学习过程要更具有挑战性,不仅融合了他们所学的众多知识,而且必须具备编程能力才能完美解决。

(五) 创新思维能力的培养

培养学生创新思维能力是“金课”建设的重要目标,为此我们在几乎每个课程单元的教学设计中都安排有应用拓展或内容外延的环节,并作为开放性问题或研究内容留到线下课堂讨论中完成。作为课外作业,学生需要查阅大量中英文文献,自主学习,潜心研究,这个过程可以训练培养学生的开放性思维,使其创新能力逐渐形成。以下是应用拓展与外延的三个实例:

第一,在古典概型的讲解中,作为放球模型的应用拓展,我们引导学生课外研究生日攻击问题,了解放球模型在密码学中的应用。王小云院士2004年破解了非常著名的MD5 hash函数,使生日攻击等hash函数安全性问题再一次成为研究的热点问题。如何应用放球模型理解生日攻击问题,可以拓展学生的知识面与视野,大大激发学生的学习兴趣。

第二,在传统教材中,我们分别讲解了泊松分布和指数分布,但没有进一步讨论它们之间深刻的内在关系,造成学生对这两个分布的理解都不够到位。于是作为课外拓展,我们让学生通过自主研究,推导揭示它们之间的关系,深刻理解随机变量由离散型到连续型的转变以及它们在实际问题中的应用,写成小论文。如果有兴趣,我们还会鼓励学生进一步了解它们在运筹学的一个分支学科排队论里的应用。这样的课外研究我们会安排在线下课堂进行小组报告。

第三,数学期望与方差刻画了随机变量的数字特征,不仅是概率论中非常重要的基本概念,而且在实际问题中有着广泛的应用。美国著名经济学家哈里·马科维茨(Harry M Markowitz),首次以均值和方差这两个数字特征来定量描述投资组合收益率的收益和风险,并建立了投资组合问题的均值-方差模型。由于他在金融领域这一开创性工作,荣获1990年诺贝尔经济学奖。作为开放性的问题,留给学生课后研究期望与方差在投资组合理论中的具体应用。

四、基于慕课的混合式教学课程设计

基于慕课的线上线下混合式教学模式是“金课”建设的一种积极尝试和探索,其核心在

于将课堂教学内容从教室移至线上,从而释放出宝贵的课堂时间进行研究性学习和能力训练,实现了教学方式的根本变革^[11]。教师的作用从“陪跑”变为“领跑”,学生有机会由“跟跑”变为“奔跑”。这种全新的教学模式完全以学生为中心,能够最大限度地激发学生学习热情和积极性,启发他们独立思考,开拓他们创新性思维,锻炼他们运用知识的能力^[12]。

概率统计课程48学时,线上线下时间各为24学时。教学团队根据教学内容制定出周密的教学计划,使线上、线下内容有机结合,并形成严格的学习进度表,在第一次上课时发给学生。在课程建设中,除了慕课题库外,我们还建设有随堂测验题库,方便教师随机选择使用。学生在完成线上自学后,线下课堂中通过对实际案例或开放性问题展开小组讨论,达到加深理解、提升知识应用能力的目的。

(一) 课前完成线上自学

在这个教学环节里,学生通过视频学习、章节测验、讨论区活动、线上考试四个步骤完成学习内容。由于是自主学习,具有很大的随意性,因此教师必需制定统一进度表来加强管理。进度表应包括视频内容、随堂测验、知识点串讲及课堂讨论等各教学环节的时间节点。学生的自主学习需要按照统一进度表的要求在规定时间内完成自学内容,并为参与线下课堂讨论提前做好知识准备。在此环节中,教师的职责是随时了解学生在线学习情况,同时在讨论区教师答疑板块中及时回答学生的问题。并关注课堂交流区及综合讨论区中学生共性问题,以便在线下课程知识点串讲时强化重点,解决难点。

(二) 课上完成知识点强化

厚基础,才能强能力,才能有创新。线上学习固然使学生有了充分的自主性和能动性,但也大大增加了基础不牢的风险性。因此需要通过随堂测验及教师串讲强化知识点,为学生打好坚实的基础。

1. 随堂测验(5分钟)

这个教学环节中,应重点关注学生对基本概念和相关理论的掌握程度,随堂测验每次设置5

个客观题。教学团队对每个知识点的课堂考察都事先设计了难度渐进的5~10个客观题,可供教师选择使用,题目来自历年期末考题和考研题。测验可在“云班课”等手机客户端上完成,学生答题结束后,即时显示答题情况,方便教师当堂针对错误率较高的题目进行讲解。

2. 知识点串讲(30分钟)

由于慕课教学视频将知识碎片化,学生对课程体系严重缺乏宏观整体概念,因此对于局部概念及结论的理解也会产生困难。于是需要教师每章开始前,引导学生建立各概念之间的联系。每章结束后,强化作为一章知识点的整体性。另外还需要强调章与章之间的联系及概率论与数理统计两大部分的联系,这个过程中可以培养学生去繁存简、透过现象看清本质的学习能力。串讲环节,除了完成提纲挈领的作用,还要对教学难点进行补充讲解。

(三) 课堂讨论/报告/应用拓展

这个环节的设计必须充分体现“金课”建设的“创新性”目标,课程内容反映前沿性和应用性,教学形式呈现先进性和互动性,学习过程具有探究性和个性化。

培养学生开创性思维及创新能力是当今培养高质量人才的首要任务,是一个长期而艰巨的工作,需要教师对学科前沿的发展有充分的了解,才能不断发现新的有价值的问题,给学生提供自主研究的机会,为今后逐步形成他们的科研创新能力奠定基础。通过科教融合,开阔学生的视野,激发他们利用所学知识去学习和研究解决未知的问题。以下是该教学环节中三个开放性讨论的实例,并在随后本科创新项目里得到了解决。

第一,贝叶斯公式的核心在于估计和推断,其模式是用先验概率和样本信息推出后验概率。这个思想发扬光大,就是贝叶斯决策和贝叶斯统计。课后布置给学生研读贝叶斯决策和贝叶斯统计的内容,并分组报告。学生利用课外时间在本科创新项目里利用加权贝叶斯分类模型对北京科技大学本科英语四级考试通过率进行预测。通过对误判数据分析,改进了加权贝叶斯分类模型。实验表明,改进后的模型大大提高了预测结果的

准确性。

第二,相关系数是描述两组数据间线性关系紧密程度的数字特征,在实际问题中有着广泛的应用。能不能将相关系数用于所学课程的试卷分析?作为开放性问题留给学生课外研究,再组织课上报告。学生在随后的本科创新项目里结合历年概率统计试题给出了用相关系数法,进行试卷难度、区分度及试题相关性的综合分析报告。

第三,区间估计是在总体分布已知的情况下对未知参数进行估计的一种重要方法,在工农业生产及经济领域都有着广泛的应用。但课上仅对正态总体参数的区间估计进行了详尽的分析和推导,并没有讨论非正态总体的情况。于是课后布置给学生自主研究非正态总体,比如均匀分布总体和指数分布总体参数的区间估计问题应该如何解决。学生在本科创新项目里,通过查阅大量中英文文献,以中心极限定理为基础,在大样本下把非正态总体问题转化为正态总体问题,并对指数分布及均匀分布总体参数的置信区间进行推导和研究。通过数值模拟与其他方法比较了置信区间的优劣,并把成果成功应用于产品质检和气温预测。

(四) 课程考核方式多元化

课程评价体系是学生学习的风向标,具有指导意义。“金课”建设的目标是培养学生独立思考能力,知识运用能力及创新思维能力,但如果这些能力的培养不作为考核内容进入课程评价体系,那将雷声大、雨点小,收效甚微。为此我们首次将能力培养量化考评计入最终课程成绩。由于混合式教学模式中,每个教学环节都充分体现了“以学生为中心”的理念,因此我们注重学习过程,进行多元化考核。该课程最终的成绩评定是,线上学习成绩占(15%)、随堂测验占(5%)、课堂讨论/报告占(20%)、期末闭卷考试占(60%)。具体评分标准见表2。

表2 概率统计期末成绩评分标准

教学环节	考核内容	评分标准
线上学习 (15分)	视频学习	10分
	线上测验	5分
随堂测验 (5分)	5道客观题/次	5分
课堂讨论/ 报告/应用拓展 (20分)	报告内容: 是否全面(广 度, 深度)	7分
	查阅文献: 是否丰富(国 内外)	6分
	创新性: 能否完成开放性题 目的研究	7分
	应用性: 能否完整地解决实 际问题	
期末闭卷考试 (60分)	课程知识点	60分

五、结束语

通过“金课”建设,混合式教学模式彻底改变了落后的教学现状,采用先进的教学方式 and 教学手段,打造具有前沿性的教学内容,探索全新的课程评价体系对提升教学质量及教学水平、培养一流人才都有着积极的推动作用。建设高质量的概率统计课程是一项长期而艰巨的任务。我们教学团队要继续建设好慕课,进一步完善线上线下混合式教学课程设计与实践,深化课堂教学改革,努力实现真正的具有高阶性、创新性和挑战性的“金课”目标。

参考文献:

- [1] 潘保田. 新时代 新要求 新征程 全面提升高等理科教育水平[J]. 高等理科教育, 2019, 147 (5): 3-7.
- [2] 许健松. 高校探究式教学模式的创新与拓展[J]. 中国大学教学, 2018 (11): 35-37.
- [3] 刘迎春, 王琦, 王林军. 高等物理化学线上线下混合教学模式的探索[J]. 高等理科教育, 2019, 146 (4): 68-71.
- [4] 韩淑霞, 毕志伟, 吴洁, 等. 基于 SPOC 混合教学模式的微积分大班教学实践[J]. 高等理科教育, 2019, 143 (1): 62-73.
- [5] 冯菲, 于青青. 基于慕课的翻转课堂教学模式研究[J]. 中国大学教学, 2019 (6): 44-51.
- [6] 谢和平. 以课堂教学改革为突破口的 一流本科教育川大实践[J]. 中国大学教学, 2018 (12): 17-23.
- [7] 安康, 李静, 王玉槐. 基于移动学习 APP 的单片机课程“改进式翻转课堂”设计与实施研究[J]. 高等理科教育, 2019, 143 (1): 108-114.
- [8] 南卓铜, 张宏, 潘雪莹, 等. “GIS 算法基础”课程教学研究[J]. 高等理科教育, 2019, 145 (3): 114-120.
- [9] 杨凌, 高晖, 张同锋, 等. 计算机类专业“电路与模拟电子技术”课程的研究与改革探索[J]. 高等理科教育, 2019, 146 (4): 95-100.
- [10] 万安华. 注重培养大学生数学思维能力的教学探索与实践[J]. 大学数学, 2019 (1): 25-29.
- [11] 王安强. 材料力学慕课的建设与思考[J]. 教育现代化, 2019 (69): 83-103.
- [12] 刘学华, 陈煜, 吴旭平. “金课”背景下的慕课建设与运营策略[J]. 西南林业大学学报 (社会科学), 2019 (5): 76-80.

(责任编辑 袁 婷)