## 基于成果导向的"概率论与数理统计"教学改革研究

杜 健,梁红梅,胡红娟 (陆军装甲兵学院 基础部,北京 100072)

摘 要:培养适应未来战争需要的新型军事人才是军事教育的重要使命。"概率论与数理统计"是新型军事人才培养的重要基础课程,从课程思政、内容构建、重点把握、学习规律、教育技术、成果引入、学习评价等方面,深入分析了课程教学现状;探讨了新型军事人才对教学的高阶性要求;基于成果导向理念,从教学设计、教学内容、教学模式、教学评价、教学团队等方面,提出了教学改革的基本策略;选取实验班与对照班,进行了教改试验。教改实践表明,新型军事人才实验班在自主学习、批判思维、问题解决及创新实践等能力方面,均明显高于对照班,验证了教学改革的有效性,为新型军事人才培养试点推广提供了理论指导与实践范式。

关键词:成果导向;新型军事人才;培养模式;创新能力

中图分类号: G642 文献标志码: A 文章编号: 1672-8874 (2023) 02-0110-07

## Teaching Reform of the Probability Theory and Mathematical Statistics Course Based on Outcome-Based Education

DU Jian, LIANG Hong-mei, HU Hong-juan

(Department of Basic Courses, Army Academy of Armored Forces, Beijing 100072, China)

Abstract: It is an important mission of military education to train new combat talents who meet the needs of future wars. Probability Theory and Mathematical Statistics is an important basic course for training new combat talents. The present teaching of this course is deeply analyzed from aspects such as curriculum ideological and political education, content construction, key points, learning rules, educational technology, achievement introduction and learning evaluation. The requirements of new combat talents for advanced teaching are discussed. Based on the outcome-oriented theory, the basic strategies of teaching reform are put forward from the aspects of teaching design, teaching content, teaching model, teaching evaluation and teaching team. An Experimental class and a control class were selected for the teaching reform experiment. The results show that the experimental class of new combat talents was significantly better than the control class in independent learning, critical thinking, problem solving and innovative practice, which verified the effectiveness of the teaching reform and may provide theoretical guidance and practical paradigm for training new combat talents in larger scale.

Key words: outcome-based education; new combat talents; cultivation model; innovation ability

收稿日期: 2022 - 10 - 29

基金项目: 高等学校大学数学教学研究与发展中心课题 (CMC20210311); 陆军装甲兵学院科研自主立项课题 (2022CJ84); 陆军装甲兵学院军事教育科研课题 (2022CG10)

## 一、引言

信息化条件下的未来战争,具有知识密集、专业多样、体系复杂、领域前沿等鲜明特点,适应这一战争形态需要的新型军事人才的基本特征表现为两方面:一是具备复合型的知识储备。新型军事人才不但要掌握新兴空间、新兴领域相关学科知识和本级作战训练知识,还要了解联合作战知识、军兵种知识,掌握潜在作战对象的军事战略、体制编制、武器装备、战法训法、兵力部署和作战特点。二是具有创造性的思维方式。新型军事人才在实战中要充分利用新技术,创新作战手段,以前瞻的思维方式、复杂的逻辑推理、快捷的反应速度进行指挥决策。面向战场需求,培养适应未来战争需要的新型军事人才是军队院校教育的重要使命和主要任务。

为深入贯彻新时代军事教育方针,更好满足陆军转型建设人才需要,着力解决人才培养与强敌对手、部队建设、未来发展"三个脱节"问题,积极探索未来合成部队优秀初级指挥军官培养模式,努力培养一批具备无人化、智能化作战能力的一流人才,打造人才培养和教学训练模式的特色品牌,陆军装甲兵学院于2021年秋季启动实施新型军事人才培养试点改革。

大学数学课程是新型军事人才培养中的科学文化课程,"概率论与数理统计"是大学数学的基础课程。通过教学,使学员获得概率统计的基本概念和基本理论,掌握运用随机思想建模的方法,培养抽象思维、逻辑推理、数据处理与分析、统计推断等能力,使学员能够解决军事训练与作战实践中的统计分析问题。"概率论与数理统计"是新型军事人才试点培养的首批改革课程,对教学改革的基本思路和主要策略进行理论探讨,并对教学实践成效进行分析,为指导后续课程建设及教学改革提供有益的借鉴。

## 二、传统课程教学现状

## (一)课程思政渗透——内涵理解及实施方式 不够科学

在"概率论与数理统计"课程中挖掘思政元素、设计教学案例等方面,进行了可贵的探索,但是,对课程思政内涵的理解不够科学。教育部

在《高等学校课程思政建设指导纲要》中明确指 出,"理学类专业课程,要注重科学思维方法的训 练和科学伦理的教育,培养学员探索未知、追求 真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感"[1]。因 此,"概率论与数理统计"课程在教学过程中,应 力图从课程概念的产生过程、理论的形成历史, 以及科学家的探究动因等方面,对课程本身的人 文属性进行分析, 在知识传授过程中, 塑造学员 热爱科学、追求真理、献身国防的价值观, 培育 科学精神和责任意识,领会课程蕴含的思想及方 法, 这理应是"概率论与数理统计"思政教育的 要义。但目前课程思政中存在一种现象, 狭隘地 将思政理解为传统的思想政治教育,存在着牵强 附会、过度植入的现象。从听众的角度来看,这 就是灌输思政。在价值观多元化的今天,显然达 不到思政教育目的,不符合课程思政的精神要求。

## (二) 教学内容构建——融入数学实验及应用 案例不够

"概率论与数理统计"属于基础课程,内容经典,但是缺乏数学实验及应用案例。科学技术的飞速发展,特别是信息技术、实验技术及大数据等新兴学科的兴起,使得"概率论与数理统计"的理论和方法已经广泛地应用于自然科学、社会科学的各个领域,需要融入数学实验及应用案例内容,通过建立模型及程序仿真,引导学员理解概念的来龙去脉,掌握知识的应用方法<sup>[2-3]</sup>。数学实验及应用案例等内容的缺乏,难以使学员理解"概率论与数理统计"产生于实践、应用于实践的基本过程,缺乏用"概率论与数理统计"的理论知识分析问题、建立模型、模拟求解的基本训练,不利于培养学员从事信息处理、制定决策、科学计算的应用能力。

## (三)教学重点把握——知识理解的科学性及 处理方式欠精准

"概率论与数理统计"的重点内容是多维随机变量及其分布、中心极限定理、参数估计等内容,从教学实践来看,教员的理解把握还欠准确。特别是部分重点内容,如"随机变量及其分布"的引入,将概率论的研究由个别随机事件扩大为随机变量所表征的随机事件的研究,使得能够利用数学分析的方法对随机试验的结果进行深入广泛的讨论,研究对象的拓展极大地深化了知识领域,扩展了研究工具,在教学内容中具有极为重要的意义。教学中对这一内容的重要性认识不够<sup>[4-5]</sup>。

重点内容的教学方式主要通过引入实例、理论推导、强化练习等方式进行教学,但引入实例的恰当性、证明分析的深入性还有很大的提升空间。

## (四) 学习规律探究——对学员学习的心理认知机制及学习特点缺乏研究

数学学习受问题的背景、学员知识储备、认知模式、成就动机等很多因素的影响,教学中将学员应用能力较弱的原因,更多地归因为学员学习积极性不高、学习动力不足,这些主要为外在表象原因。事实上,学员对"概率论与数理统计"理论、方法的理解,有其独特的心理认知机制,"概率论与数理统计"学习有自身的特点。教学实践中更多侧重于对学员知识基础的分析,对学员接受知识的心理过程、形成知识体系的逻辑连接,以及不同来源学员的学习特性缺乏深入的研究,这减弱了教学的针对性,影响了知识的获得及学习效果。

## (五)教育技术运用——过度依赖多媒体技术 无助于思维能力培养

现代教育技术极大地拓展了教学时空,增加了信息容量,为教学提供了极大的便利。但是,"概率论与数理统计"注重理论的逻辑推导与证明,在概念的来源与提出、理论的推证与应用过程中,只有教员的躬身引导与学员的亲身经历,才能理解数学探索的艰辛、定理发现的乐趣及实际应用的魅力<sup>[6]</sup>。过度依赖现代教育技术的呈现,特别是多媒体的展现,事实上就剥夺了学员参与发现的过程,这不利于学员从深层次上理解知识内涵,其结果只能是浮于知识的表面,知其然不知其所以然。过度依赖多媒体技术,不仅难以展现教员运用"粉笔+黑板"洋洋洒洒推证数学结论的思维过程,学员也难以真正理解数学的魅力。

### (六)创新成果引入——教学理论及科技成果 转化不及时

目前的教学实践,尽管在知识传授过程中,注重突出对学员应用能力的培养及价值塑造,但是,更多的是遵循传统的教育理念,侧重于知识的灌输,对"教为主导、学为主体"以及"成果导向"等先进教学理念落实不够,一些先进的教学方法,如"类比教学""问题教学"等运用不多,这使得学员尽管掌握了"概率论与数理统计"的基础知识,但面对实际问题时,仍然不具备数据分析与建模求解能力。教学中对一些先进的教学理论及科技创新成果,没有及时吸收、融入

"概率论与数理统计"的教学中。目前流行的成果导向教育(Outcome Based Education, 简称 OBE) 理念没有在课堂中得到有效落实;与概率统计密切相关的数据挖掘、数据分析等内容,在课堂教学中鲜有渗透。教学理论及科技成果转化不及时,影响了教学效果的达成及教学内容的先进性。

## (七) 学习效果评价——闭卷笔试未能充分考察学员创新思维能力

"概率论与数理统计"考核主要以闭卷笔试形式开展。在有限的考试时长内,着力于测试学员对教学大纲规定的基础理论及基本方法的掌握情况。但在教学过程中融入的数学实验、课后拓展的阅读内容及论文报告,无法采用笔试形式考察,均没能纳入考试范围,未能充分考察学员的创新思维能力。"概率论与数理统计"考试内容主要侧重于计算和证明,为确定性试题。过多局限于具有唯一正确答案的测试内容,难以真正评价学员的问题解决能力。缺乏开放性的应用题目设计,难以测试学员应用"概率论与数理统计"知识分析问题、解决问题的能力,未能充分发挥考试的评价导向功能,不利于教学改革的深入开展。

# 三、新型军事人才培养对课程教 学的高阶性要求

新型军事人才培养方案明确指出,科学文化课程教学重在培养学员"具备厚实的自然科学知识,知识迁移支撑军事应用"。概率统计与高等数学、线性代数共同构成学员的重要数学基础,是后续相关专业课程的基础。该课程具有较强的应用背景,主要内容是研究随机现象的数量规律性,以及统计推断、预测及决策等,是新型军事人才综合素质培养中的基础课程。

按照教育部金课建设中提出的"坚持以本为本、推进回归"的基本精神,以及新时代"立德树人、为战育人"的军事教育方针,"概率论与数理统计"课程应按照人才培养方案要求,教学改革借鉴 OBE 教育理念,以应用为导向进行课程教学改革。课程教学重在打牢基础,夯实和扩展"概率论与数理统计"的理论知识;核心是强化应用,重在着力培养学员的科学思维及创新能力,突出对学员高阶性创新思维方式的培养,引导学员从传统的确定性思维模式转变为随机性思维模式,掌握军事作战、装备保障,以及科学研究中

处理随机问题的数学方法,形成科学的创新思维能力及解决问题的统计推断方法<sup>[7]</sup>。

根据 OBE 成果导向理论的要求,新型军事人才的教学目标确立为四个层次:一是使学员获得"概率论与数理统计"的基本概念、基本理论与基本方法,掌握运用不确定性理论进行数学建模的基本思想和方法;二是培养学员抽象思维、逻辑推理、数据分析,以及统计推断能力;三是形成严谨的求实精神、创新的思维意识及正确的价值追求;四是善于量化分析、处理作战训练及指挥实践中的军事问题,形成较高的军事素质。

四、新型军事人才培养的教学改革策略

#### (一) 优化教学设计,落实思政育人目标

加强和发挥集体备课的作用,针对具体课程的重点、难点、疑点等问题,完善和改进课程教学设计,研讨和制定授课方案,挖掘思政元素,落实思政育人。教学力图从课程概念的产生过程、理论的形成历史,以及科学家的探究动因等方面,进行关于课程本身人文属性的探究,在知识传授过程中塑造学员热爱科学、追求真理、献身国防的价值观;挖掘课程中蕴含的随机思想、化归思想、合情推理思想及公理化思想,培养学员对思想方法内涵的理解,形成解决问题的量化意识与创新能力。

#### (二) 丰富教学内容,增加案例教学

根据课程内容需要,在阐述理论知识的基础上,精心选择一些与自然科学、军事应用等密切相关的具有启发性、拓展性的典型案例,先预留一些时间给学员独立思考或相互讨论,再循循善诱引导学员一起对案例进行分析和研究,启发学员思考相关知识点在其他领域的应用<sup>[8]</sup>。引导学员发现概念的产生过程,探讨得出相应概率统计的知识点,然后再给出严格定义的抽象理论知识。这个过程培养了学员建立随机性的数学思维,让学员在了解概率统计知识源于实际应用的同时,深刻地理解原本抽象、晦涩的理论知识,激发了学员学习的兴趣和主动性。

#### (三) 渗透建模思想, 强化数学实验

为增强学员将概率统计知识应用于实际生活 的能力,在教学过程中渗透数学建模与实验的思 想方法。对一些实际问题进行简化,进而转化为 数学问题,运用"概率论与数理统计"的知识建立模型并求解分析,培养了学员解决实际问题的应用能力。针对概率计算和数理统计问题,将数学实验融入课堂教学,运用 MATLAB 等软件进行统计分析、绘图和实验模拟,充分运用图像、动画、视频等进行形象生动的可视化教学,通过模拟仿真引导学员体验前人对知识的探究过程,理解概念产生的渊源背景、定理的证明构思及知识的应用方法,使学员理解数学知识学以致用的基本方式,形成利用科学思维方法解决实际问题的抽象思维能力、逻辑推理能力,突出了应用意识与实践能力的培养。

#### (四) 依托教育技术,推行混合式教学模式

按照最新教育理论,吸收借鉴先进理念,研究学员学习特点,积极开展教学改革。依托现代教育技术,根据不同的教学内容选择不同的教学组织形式。采取启发式教学、案例式教学等多元混合教学方法,以学员为主体、教员为主导,由浅入深、循序渐进地引导学员经历问题的探索与解决过程,培养学员的发散思维、创新意识与能力<sup>[9]</sup>。特别运用雨课堂、MOOC等线上教学方式,进行课前导学、课堂精讲、课后练习,极大地拓展了学习资源,丰富了教学内容,也使概率统计理论知识呈现出可见性、实践性,提高了学员的学习兴趣,深化了对知识的理解与应用。

### (五) 设计开放试题,丰富考核评价方式

为科学合理地检验学员的课程学习成效,在原有闭卷笔试基础上,增加论文、报告等实践考核,突出对学员实际应用能力的检测。实践考核要求学员针对"概率论与数理统计"在现实生活、自然科学、军事作战及训练等领域中的应用,进行数学建模,运用数学软件对其进行分析研究,并撰写研究报告或论文,考察学员运用"概率论与数理统计"知识解决实际问题的应用能力。

#### (六)加强业务学习,打造名师教学团队

"概率论与数理统计"属于为学员奠定基础的应用数学课程,在"为战育人"的大背景下,教员探寻"概率论与数理统计"的思想、方法与专业课程的融合接口,开发典型应用案例,进行仿真实验设计等,是教学改革的突破口和着力点[10]。应加强教员的学习与培训,制定专业能力提升方案,逐步增加与军地院校的学习交流;增加部队实践锻炼机会;积极参与教学比武活动,以赛促教,激发团队成员提升教学能力的积极性,对教学

内容、教学方法和考核方式进行深入研讨,不断提 升专业水平,努力建设一支高水平的教学团队。

## 五、教学改革实践及效果分析

#### (一) 教学改革试验对象

本研究选取 2021 年秋季学期本科生二年级作为实验对象。将 2020 级新型军事人才教学班 1 班设为实验班,对其实施基于成果导向的教学模式改革;将教学班 2 班设为对照班,对其实施传统教学模式。两个班学员是按照一年级文化课成绩及军事体育成绩综合评定选拔出来的,学习情况基本相同,符合实验条件。

#### (二) 成果目标及能力指标点分析

为了能够更加直观地将成果目标以教学内容的形式融入教学过程中,并指导教学实施,本研究依据人才培养目标、教学大纲及教学计划,将课程的成果目标分为知识目标、能力目标及素质目标,并细分出能力指标点;根据需要重点掌握的核心知识点,设计了数学实验与应用案例,确定了建模项目学习活动。通过案例引入教学内容,帮助学员掌握"概率论与数理统计"的思想与方法,学会对概率统计问题的数学实验、建模并求解。

#### (三) 教学实施模式

教学改革始终围绕学员的学习成效开展教学活动,致力于培养学员解决实际问题的创新能力。通过成果导向、问题引导、小组讨论、评价总结等方式学习,教员向学员提供知识支持,对项目

案例涉及的知识、方法进行讲解,引导学员考虑在实验与建模时的技术实现问题。在探究过程中,学员通过查阅文献、相互讨论等方式进行自主探究,商讨实验与建模过程中变量引入、函数关系确定、模型适用性、求解计算复杂度,以及每部分的实现方法。让学员掌握实验与建模的主要方法,不仅可以有效地培养学员的应用能力,还可提升学员的综合分析能力。

#### (四) 学习效果分析

在期末测试时,试题内容着力于对基础知识、基本概念的理解及知识应用能力的考查。试卷具有较高的信度、效度和区分度,采取网上集中阅卷。平时成绩、期中成绩、期末成绩分别占总评成绩的10%、20%、70%。实验班与对照班成绩分布如表1所示。

类别	实验班			对照班		
成绩	平均分	标准差	及格率	平均分	标准差	及格率
期中考试	74. 54	10. 93	87.5%	65. 66	12. 01	72. 95%
期末考试	81. 22	8. 37	100%	76. 10	10. 82	92. 69%

表 1 实验班与对照班成绩分布表

绘制箱线图如图1所示。

由表 1 及图 1 可见,实验班成绩较为集中,对 照班成绩较为分散;实验班成绩的中位数、25%分位数及 75% 分位数均高于对照班。

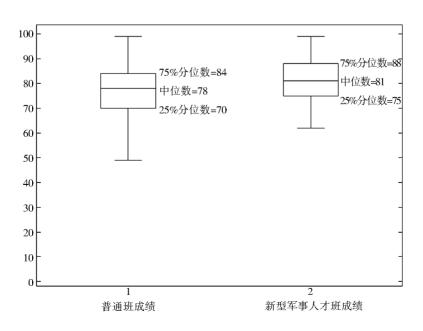


图 1 实验班与对照班期末成绩箱线图

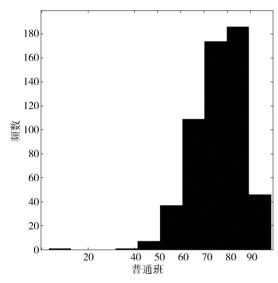
采用 F 检验,对实验班和对照班期末成绩进行检验,结果如表 2 所示。

表 2 实验班与对照班期末成绩的假设检验

原假设	F 检验统计 量观察值	显著性水平	显著性值	决策
方差相等	1. 67150	0. 05000	0.00073	差异显著

由表 2 可见,实验班与对照班期末成绩有显著 差异。

根据期末成绩,分别做出实验班与对照班成绩直方图,如图2所示。



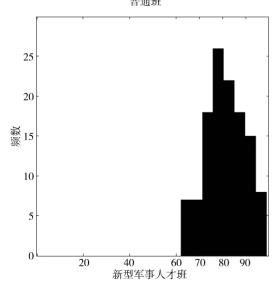


图 2 实验班与对照班期末成绩直方图

经正态性假设检验,由图 2 可见,实验班成绩符合正态分布,对照班成绩有偏态显著。

从整个成绩分布来看,实验班均明显高于对照班,个体成绩差异小,表明实验班的创新意识及应用能力均有显著的提高,教学改革实验取得

了良好的效果。实验班的教学符合人才培养的规律,达成了人才培养的目标。

## 六、结论

## (一) 培养随机思维意识是概率统计课程教学 的基本功能

概率统计课程与高等数学、线性代数课程的 主要区别,在于其研究对象是不确定性现象,这 就决定了课程的主要任务是培养学员具备随机思 维意识、运用随机思想解决随机问题。新型军事 人才在未来的任职岗位中,面对复杂多变的战场 环境及作战态势,需要及时作出准确的预判与决 策,必须具备随机思维意识。因此,概率统计课 程教学应着力突出学员随机思维意识的培养。

## (二) 突出创新实践能力是概率统计课程改革的基本目标

以成果为导向,设计开放性情境与实验案例,引导学员面对实际问题建立模型,运用变量间函数关系刻画实际问题的对象关系,设计算法,摒弃唯一正确的答案。在对实际问题数学化并建立模型的过程中,数学模型的解答较好地解释了现实世界,实验与建模架起了现实问题与数学问题之间的桥梁,学员在实验模拟与建立模型的过程中提高了解决实际问题的应用能力。

## (三)提高师资素质是概率统计课程教改成功 的基本保障

新型军事人才试点是对传统人才培养模式的 革新,概率统计是兼具基础与应用的科学文化课程。教学理念引进、教学规划设计、教学模式选择、教学效果评价等,都仰赖于具备扎实专业基础的教学团队。教员只有汲取现代教育理念、关注学科前沿发展、躬身进行教学实践,才能有力地支持试点教学改革,为新型军事人才培养作出应有的贡献。

#### 参考文献:

- [1] 杜美华,孙卫卫. 基于"成果导向教育"的大学数学教学模式创新研究与实践[J]. 牡丹江教育学院学报, 2020(4):23-26.
- [2] 李丽颖. 数据分析视角下高校概率统计课程创新研究:评《概率统计》[J]. 教育发展研究,2019(24):14-16.
- [3] 叶帆,王文庆. 概率统计教学中渗透数学实验的探索 [J]. 科技资讯,2017(18):23-25.

- [4] 苏丽卿. 地方本科院校概率统计学习的现状、问题与改善策略[J]. 科技视界, 2017(10):17-20.
- [5] 兰瑞平.《概率统计》课程三位一体教学模式的探究 [J]. 吕梁学院学报,2017(2):25-28.
- [6] 吴春霞,刘新红. 以学生为中心,提高《概率论与数理统计》课程的教学效果[J]. 教育教学论坛,2017(14): 31-33.
- [7] 彭双阶,徐章韬. 大学数学课程思政的课堂教学实现 [J]. 中国大学教学,2020(12):34 36.

- [8] 曹红妍. 关于实验班概率统计课程教学的几点思考 [J]. 青岛科技大学学报(自然科学版),2017(S1):34-36.
- [9] 朱莉,刘倩. 将案例教学法融入独立学院概率统计教 学中[J]. 中国教育技术装备,2017(16):34 37.
- [10] 刘达卓. 关于概率统计课程教学体系的研究与实践 [D]. 西安:西安工程大学,2011:56-59.

(责任编辑: 毛鸽枝)

#### (上接第83页)

的是为课程质量建设提供指向性意见,本质上是 学生在校期间的一项权力,它不以任何人的意志 为转移,学校有义务保障该权力的实施。第二, 学生在学习中的获得是教学工作最重要的产出。 学生究竟学到了什么、学习体验怎么样、学生从 听课者的角度给予教师的意见建议,通常是教师 群体最需要的反馈。第三,学生评教有助于学生 独立思维能力与辩证世界观、学术观的形成和发 展。学生在高校学习时,通常处于自身价值观形 成的时期,学会判断好恶、完整表达是学生独立 人格和科学精神形成的体现。

## (二) 追求"百花齐放"而非普适的学生评教 方法

放之四海而皆准的评教办法是不存在的。各高校要结合自身办学特点、硬件基础、校风养成、评教定位以及宣贯程度等客观因素,设计符合学校需求、适合学生表达的评教系统。一般来说,校风学风越淳朴,评教文化越浓厚,学生越倾向于表达自身观点,意味着评教方式可以有更多选择。

#### (三) 基于复核应用评教结果

有研究表明,学校的教学环境、教学设施与设备的使用、学生管理人员、后勤服务、学校的

安全与卫生、课外科技文化活动、课程考核方式 方法、教师职业素质、教师教学内容、教学方法 与教学效果,以及学生对教师的个人偏好等,都 会对"学生评教"产生影响<sup>[6]</sup>。"基于复核应用评 教结果"是按照学生评教结果进行排序,选取排 名较高或较低的课程,安排专家进行复核。其结 果可以作为评优评奖的依据,也可以作为学生评 教结果合理性的整体验证。这种复核机制,有利 于提高学生评教结果的公信力。

#### 参考文献:

- [1] 徐杰,沈华. 高校学生评教的进展及展望[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估),2014(7):48-49.
- [2] 李冲,张丽. 高校学生评教的行动逻辑与制度设计困境[J]. 高等理科教育,2014(3):70-74.
- [3] 闫慧明. 对高校学生评教质量的思考[J]. 高校领导智慧,2015(2):42-43.
- [4] 赵立莹. 高校学生评教: 功能、批判、效力[J]. 西安电子科技大学学报, 2014(4):116-119.
- [5] 张丽辉,徐锐. 高校学生评教指标体系存在的问题及对策[J]. 科教文汇,2015(2):27-29.
- [6] 杜朝东,梁斯,周焰."学生评教"活动现状调查及对策 [J]. 当代教育理论与实践,2015(2):58-60.

(责任编辑: 邢云燕)