

电类专业高等数学精准教学的实践探索^{*}

周 燕 周 勇^{**} 吕书龙 刘文丽 任立英 章红梅
(福州大学 数学与计算机科学学院 福建 福州 350108)

摘 要 基于高等数学教学过程中出现的种种问题,文章以精准教学理念为切入点,从教学内容、教学方法、教学评价等方面对电类专业的高等数学实施精准教学改革,以实现教学效果的最优化。精准教学改革举措包括:编写对接专业的教材、设计匹配专业的教案、提供适应专业的专题复习;以兴趣为导向,激发学生学习的积极性;多样化的教学方法体现学生的主体地位;多元化的评价推进精准教学改革。最后通过实践验证精准教学实施的显著效果。

关键词 精准教学;电类高等数学;主体地位;数学思维

中图分类号 G642.4 文献标识码 A

Application and Empirical Analysis of Precise Teaching of Advanced Mathematics for Electrical Specialty

ZHOU Yan, ZHOU Yong, LYU Shu-long, LIU Wen-li, REN Li-ying, ZHANG Hong-mei

(College of Mathematics and Computer Science, Fuzhou University, Fuzhou, 350108, China)

Abstract: Based on the problems in the teaching process of advanced mathematics, this paper takes the precise teaching idea as the starting point, and carries out the precise teaching reform to the advanced mathematics of electrical specialty from the aspects of teaching content, teaching method, teaching evaluation and so on, aiming to achieve the optimization of teaching results. The measures of precise teaching reform include: compiling the teaching materials of the docking major, designing the teaching plan of the matching major, and providing the special subject review suitable for the specialty; taking the interest as the guidance, stimulate the students' enthusiasm of learning; diversified teaching methods embody the main position of the students; diversified evaluation pushed forward precise reform. Finally, it proves the remarkable effect of precision teaching through practice.

Key words: precision teaching; electrical advanced mathematics; subject position; mathematical thinking

^{*} 收稿日期 2019-04-06
资助项目 福建省本科高校教育教学改革研究项目“数学公共基础课创新发展与精准服务的探索与实践”(项目编号: FBJG20180089); “以‘OBE 理念+创新思维’构建数学公共基础课‘定制式’创新服务型教学新生态”(项目编号: FBJG20200188); “数学国家战略下研究生数学公共课生态系统构建的探索与实践”(项目编号: FBJG20200191); 2020 福州大学“三全育人”综合改革精品项目“促进精准教学与创新服务同频共振,提升数学公共基础课协同育人水平”(项目编号: 00642016); 2018 年福州大学一流本科教学改革建设项目。
^{**} 作者简介 周燕(1978-)女,福建古田人,讲师,主要从事公共基础课教学研究。
通讯作者 周勇

习近平总书记指出建设高水平本科教育,必须“以本为本”,把本科教育放在人才培养的核心地位、教育教学的基础地位、新时代教育发展的前沿地位。本科教育中的公共基础课教育是培养一流人才的基础,作为高等院校重要公共基础课的高等数学首当其冲。众所周知,高等数学在自然科学、工程技术、经济管理等方面均有广泛的应用,该课程为学生后续课程学习提供必不可少的数学基础知识和数学方法,它的学习结果将直接影响后续课程的学习以及将来的发展。在教学过程中,教师不仅要让学生理解和掌握它的基本理论与方法,更重要的是要培养学生逻辑思维、抽象思维、类比思维、发散思维等创造性思维,以及构建数学模型的意识。即遇到实际问题时,具备将实际问题转化为对应的数学问题(数学模型)的能力。真正做到数学“源于生活、用于生活”,这也是培养一流人才必备的基本能力^[1-3]。

一、电类专业高等数学教学的现状

福州大学高等数学实施分层分类教学,按照专业特性与需求分成A、B、C、D四类,难易顺序A>B>C>D。电类专业的学生基于专业学习的需要,对数学基础的要求比较高,学习的课程是高等数学A。这是一门集微积分、复变函数、积分变换、矢量分析与场论于一体的综合课程,分成上、中、下三册,授课时长为3个学期。在旧的教材体系里,A门课程是孤立分割、自求完备,理论方面的内容居多,缺乏针对专业的案例设计,学生体会不到学习高等数学A的重要意义,学习兴趣不高,主动性、自觉性比较差,抱有考试及格万岁、拿到学分即可的不良动机者居多。教师在教学中大都以PPT形式介绍抽象的数学概念、数学符号,进行严谨的推理论证,几乎满堂灌的课堂教学导致学生倍感学习困难,学生大都是被动地接受知识,缺乏思考,数学思维的培养成为空谈。另外教师对学生的需求、学生的认知路径、学习的可接受性、学习的效果关注较少。一系列的问题直接导致的结果是每年补考、重修的学生都比较多,同时对学生后续的学习产生较大的不良影响,这十分不利于一流人才的培养。因此,如何激发学生学习的热爱与动力,精准、有效地

帮助学生提升学习效果值得每个教师探究与思考。

“精准教学”最早是由Lindsley博士提出,最初用于特殊教育领域并取得极大成功,后来被推广到学校教育领域^[4-5]。精准教学具体理解是教师根据课程教学目标和学生发展的实际情况与需求,遵循学科教学规律,遵循学生成长与认知规律,通过对课堂各要素的分析研究,使课堂教学各要素之间互相渗透、互相支撑、有效整合,激发学生学习激情,提升学生学习效果,进而达到预期的教学目标。精准教学易于在专业课和小班课中得到实施,但在公共基础课中,面对的是水平和能力差异较大的群体,且采用大班授课,实施改革的难度比较大,一方面需要对公共基础课本身的建设进行深度调整,另一方面更需要研究授课对象的迫切需求。

本文主要根据福州大学电类专业培养目标和学生发展的特点,结合现状与问题分析,以精准教学理念为切入点,从教学内容、教学方法、教学评价等多方面入手进行改革探索,转变学生的学习认知,激发学生学习的热情和动力,实现教学效果的最大化。

二、精准教学理念在高等数学教学中的实践

下面以福州大学电类专业高等数学A课程为例介绍精准教学的实践举措,主要包括:教学内容贴近专业需求;提供线上、线下的学习双通道,满足学生实现个性化的学习需求;综合多种教学模式,全面激发学生学习兴趣,调动其积极性;构建多元化教学评价体系等。精准实践模型见图1。

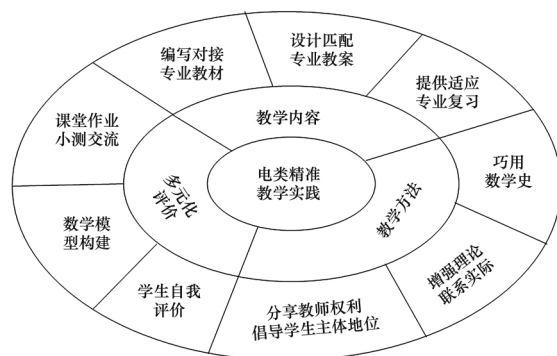


图1 电类精准教学实践举措

(一) 教学内容的精准改革

1. 编写更精准的教材 对接专业

教材是师生教与学互动的载体^[6],是教学内容精准改革的基础。根据电类专业学习的特点以及专业学习对数学的需求,教研组精心编写了由科学出版社出版的《大学数学》(本校称为高等数学A)。这是一套将微积分、复变函数、积分变换、矢量分析与场论等融为一体的教材。该教材具有如下特点:(1)实分析与复分析统一处理,有机结合,使学生能够从不同角度更深刻地理解相关内容的实质,突出若干原来分属不同课程教学内容的共同本质,减少不必要的重复,以自然的线条使内容的结构更紧凑。(2)以线性代数作为工具简化计算与证明,加强了数学学科之间的联系。(3)侧重以电类的基础内容作为背景引入数学知识,应用型的例题大都与电类的专业课相关,对学生后续课程的学习起到桥梁的作用。涉及电类专业应用的重要知识点,在该章节最后会适当补充相关专业的知识内容,以便学生构建数学模型解决实际问题时参考使用。(4)讲究一题多解,利于培养学生发散思维。另外,选择该教材可比旧教材体系(微积分、复变函数、场论、积分变换分门授课)节约16~20个学时,节约的学时可用于加强思维素质的培养,进而保障教学质量。

2. 设计更精准的教案 匹配专业

精准的教案设计是教学内容精准改革的关键。精准教学要求授课内容与学生学习可接受性一致,同时重视学生发展的独特性,培养学生学以致用,同时重视学生发展的独特性。培养教师备课之前,首先通过了解学生以往的学习情况,初步掌握学生数学的学习能力,再结合教学目标与学生需求设计教案,在后续的教学过程中,教师根据作业、课堂、小测、与学生的交流等情况,不断地反思,全方位地分析出现的具体问题,进而调整和改进行授课内容,及时解决教学过程中出现的问题。

另外,高等数学A是其他学科学习的工具,教师不仅要让学生认识这个工具,更关键的是要让学生懂得使用这个工具。教案设计中,应注重知识的应用,建议将授课内容分为三个层次:本学科的知识、本学科内的应用、跨学科的应用并归纳适用情况,其中跨学科应用主要是设计与电类专业相关的

案例。下面以导数应用中极值与最值的求解为例说明,见表1。

表1 三个教学层次

教学层次	具体任务目标
高等数学A 基础知识、定理、计算教学	掌握极值和最值的概念、判断及求法
在高等数学A上的应用	求解具体函数、距离、体积的极值与最值
跨学科知识应用,归纳适用情况	应用极值充分条件严格证明电路中的基本定理:最大功率传输定理,求解电路中最值相关问题 适用情况:凡涉及某具体量的极值或最值

3. 提供更精准的专题复习 适应专业

课后学生复习巩固内容的精准选择是教学内容精准改革的保障。我校公共基础课是大班教学(一般在80人以上),课堂上要做到个性化的教学十分困难。本着因材施教、分层教学的原则,教师针对电类学生设计了涵盖重难点归纳、练习巩固、知识应用及专业知识延伸等两类难易程度不同的专题复习,即基础专题与进阶专题。基础专题讲究易学易懂、简单应用、难度稍低于课堂,并通过具体实例让学生直观认识所学知识在专业上的应用,从而培养学生学习的兴趣。进阶专题侧重综合灵活

表2 专题复习

专题内容	基础专题	进阶专题
知识点	拉普拉斯变换定义、常用拉普拉斯变换、性质、逆变换与应用	拉普拉斯变换定义、常用拉普拉斯变换、性质、逆变换与应用
知识巩固	应用常用拉普拉斯变换以及性质求解函数拉普拉斯变换,求解微分方程与逆变换	应用常用拉普拉斯变换以及性质求解复杂函数拉普拉斯变换,求解复杂微分方程与逆变换
应用	将数学上的概念与电路中的名称建立对应关系,计算RC电路中的传递函数	将数学上的概念与电路中的名称建立对应关系,计算RLC电路中串接直流电源,开关闭合后的回路电流
延伸	通过通俗易懂的实例以及图像等展示拉普拉斯变换的具体应用过程与效果	应用拉普拉斯变换数学模型建立等效变换电路,分析高阶线性动态电路

应用,难度高于课堂,注重培养学生构建数学模型解决专业相关问题的能力。下面以拉普拉斯变换为例说明,见表2。

另外作业依据分层教学需要分成三个层次:对应知识的基本题型、提高题型、挑战题型。对于基本题型要求每个学生都必须完成,提高与挑战的题型,学生则根据自己的情况自主选择,力求每一层次的学生在原来的基础上都有所进步。

(二) 教学方法的精准改革

1. 巧用数学史营造课堂气氛,激发学生学习兴趣

当前数学教学呈现的多是“冰冷的知识”,而数学史可以复原数学知识产生、发展的“火热发明”过程。在课堂中融入数学史,可以让数学课堂变得生动有趣,从而激发学生学习兴趣^[7]。教师主要通过两种方式应用数学史进行教学:(1)直接使用,即在授课过程中,讲述与知识点相关的数学与数学家故事等,从而增强课堂的趣味性。(2)间接使用,即通过跟随历史发展历程,制造矛盾与争论,让学生从争论中接受数学,并得以深入学习。这不仅可以提高学生的学习兴趣,而且可以拓宽学生视野,培养学生的发散性思维。比如学习交错级数时,引入格兰迪级数 $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1}$ 求和的历史过程(见表3)。

表3 格兰迪级数求和的历史过程

人物	方法	结论
格兰迪	加括号 $(1-1)+(1-1)+\cdots=0$ $1-(1-1)+(1-1)+\cdots=1$	0 或者 1
格兰迪	$s=1-(1-1+1-1+\cdots)=1-s$	1/2
莱布尼兹	从概率的角度发现在一定的有穷阶段停止计时和式得到0或1的可能几率是相同的	最可能的值是0与1的平均值
黎卡提	$1-1=n-n$ $1-1+1-1+\cdots=n-n+n-n+\cdots$ $s=n-n+n-n+\cdots=n-(n-n+n-n+\cdots)=n-s$ $n-n+n-n+\cdots=n/2$	n 取不同值结论不同,矛盾,推翻格兰迪的结论

通过提问以及学生课堂的反应,教师可以发现学生认知的主要难点在于收敛域以及对级数加括

号的问题,再通过课堂的重点讲解、分析,学生从迷惘到恍然大悟,不仅对知识点理解透彻、印象深刻,而且有利于培养学生数学逻辑思维。

2. 善于制造联结增强理论联系实际,提高学生积极性

高等数学A中的每个概念、公式、定理都不是凭空捏造的,它们的出现一般都源于实际应用的需要,抽象出来形成数学上的一般概念。教师在教学过程中注重“制造联结”,即加强数学内部各领域的联结,数学与其他学科的联结,数学与生活的联结,让学生认识到,数学也是人类发展的一种知识活动。比如,实函数与复变函数的联结,微分方程与电磁学的联结,积分变换与通讯信号的联结,飞机的航空器、悬索桥、抗震楼房的设计与导数的联结等等。

3. 分享课堂权利,倡导学生主体地位,营造学生主动学习环境

“以学生为本”的教学理念即以教师为主导、以学生为主体、以学生的发展为根本的教学^[8-10]。孔子曰“学而不思则罔,思而不学则殆”。思考是认知的必然,只是机械被动地接受,知识是难以吸收消化的,只有思与学结合起来,才能获得真知。所以教师的主要职责不是灌输已有的知识,而是要充当学生学习的引导者和促进者,帮助学生理解知识、引导学生主动思考问题,提出问题,在兴趣的驱使下主动获取知识、探索知识和培养自主学习与创新的能力。

通过应用意境式、启发式、探究式、互动教学、分组讨论等不同的教学模式,营造主动学习的环境。下面列出一些具体的措施:

(1) 设计陷阱让学生找茬,分享课堂权利。即在教学过程中,在某些易错知识点或教学难点、重点上故意讲错,让学生发现问题、解决问题。例如:

求极限 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{1-\cos x}}{x}$, 首先有意识地一步一步把学生引入“陷阱”,写出如下错误答案:

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{1-\cos x}}{x} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{2} \sin \frac{x}{2}}{x} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

在课堂上,相当一部分学生理所当然地认为这

是正确答案,绝大多数情况下会有一小部分的学生当场提出质疑,接着让学生讲解并给出正确解答。这样不仅可以活跃课堂气氛,提高学生学习的热情,而且可以激发学生思考。

(2) 分组讨论让学生出手,实施翻转课堂。一学期组织两次关于重点或难点的主题讨论。下面以无穷级数中的傅里叶级数为例设计讨论流程,见表4。

表4 主题讨论流程表

步骤	具体任务
精准选题,布置学习任务	傅里叶级数以及查找傅里叶级数应用的实例
学生自主学习	学生主要通过在线课程学习对应的基本知识
完成简单测试	教师线上发布对应知识点基本测试题,要求每个人都必须完成
分组分工,合理搭配优中差	参与者80人,分为10组,合理搭配优中差
问题提出、讨论	相关实例展示,体现傅里叶级数学习的意义,判断傅里叶的断言(任意函数都可以表示为三角级数),并给出理由,引出收敛定理
主题讨论解答	教师设置四道典型的不同类型函数的傅里叶级数展开,学生自发讨论,给出解答,总结出傅里叶级数展开式系数的特征以及如何应用傅里叶级数分析周期信号的频谱特征
课堂展示、讨论	课堂展示讨论结果,各组提问
教师归纳总结,并入案例库	教师根据答题情况与总结给出指导性的意见,最后由教师做全面的归纳,并入案例库,以供后来者学习借鉴
课后知识延伸	应用傅里叶级数分析非正弦周期电流电路的电压、电流和功率

在整个活动过程中,学生参与的热情很高,平时不愿意动脑思考的学生在讨论的氛围中也会思考,并提出自己的意见,而思考结果不正确的学生及时得到纠正,学习的效果明显优于单纯由教师讲解,同时有利于培养学生类比、发散的思维。另外,通过知识与专业应用关联,可激发学生学习的内在动力。

(3) 移动平台让学生爱学,实施第二课堂。构建微信、QQ学习群等,便于学生自由提问,同时鼓

励学生积极参与解惑。比如:学生在群里提出问题,鼓励其他学生解答,最后给出正确的指导。另外,对于课后自主选择的作业,教师一般是通过QQ作业布置的,作业提交也是通过拍照上传,选择一些有代表性的错误或者问题,邀请学生批改、讨论、订正。

(4) 能者为师让学生互助,树立学习信心。鼓励学习比较好、对数学感兴趣的同学帮助学习有困难的同学,组建学习互助小组。在互助过程中,对于学习好的学生可以从帮助同学的过程中获得学习成就感的提升,而学习有困难的同学得到及时帮助,可以增强学习的信心,在互助学习中逐步提高学习的积极性。

(三) 通过多元化评价推进精准教学实施

陈宝生部长在中国高等学校本科教育工作会议上提出,对大学生既要有激励也要有约束,要改变考试评价方式,严格过程考评,让学生把更多的时间花在读书上,实现更加有效的学习。

根据电类专业高等数学A的教学目标,精准教学中对知识的掌握与应用分三个等级:一门学科中的知识、学科内的应用、跨学科应用并归纳适用情况^[11]。对于基本知识 with 数学上的应用,主要通过课堂反应、课后作业以及阶段线上小测检验,而跨学科应用并归纳适用情况主要通过数学模型设计考核。根据学生的完成情况,进行统计分析,找出学生的易错点、薄弱点、难点等,进而调整授课内容、教学方法等,及时查缺补漏。

另外引导学生进行自我考核,让学生将自己易错点、薄弱点、难点进行归纳形成文件包^[12]。通过查看学生的学习文件包,可以给予有针对性的指导。再者,课后与学生进行面对面的交流,这不仅可以了解学生当前的状态,解决学生当下的问题,同时可以增进师生的情感,对培养学生学习的兴趣有着促进作用。

总评成绩不再局限于期中、期末考试成绩,而是借助过程性考核的思想,引入多阶段多类别的考核成绩进行加权,具体实施参照表5的比例进行成绩合成。

表5 总评成绩合成比例 单位: %

考核构成	阶段测验	作业	期中考试	参加互动答疑等	数学模型设计	期末考试
成绩占比	10	10	20	10	10	40

三、精准教学实施效果的实证分析

经过教学的实践,精准教学的措施促进了整体学风的形成,有效地促进了课程教学的顺利开展。从学生的课堂、课后互动表现、课后作业完成情况、课程考试成绩、知识应用及数学建模等多方面均得到验证。下面对2017级电气学院的学生课程期末考试成绩做基本统计量分析和假设检验。在统计分析的基础上,可以得出精准教学确实大大提高了高等数学A的教学效果。假设:

A班是精准教学实施班级,B班是同学院其他普通班级。A班、B班共同点:教材一致,教考分

离,实施统考;A班、B班不同点:A班实施上述精准教学改革举措,B班作为参照班没有实施。

从表6可以直观地看出实施精准教学的班级成绩总体高于其他班级,特别是优良率与及格率优势明显。下面通过对成绩数据进行统计分析来说明A、B班的差异。

表6 高等数学A(上、中、下)成绩分布情况 单位: %

科目	班级	考试成绩分段占比				
		90~100	80~89	70~79	60~69	不及格
高等数学A上	A班	13.8	40.2	16.1	15.0	14.9
	B班	12.2	23.1	26.9	14.7	23.1
高等数学A中	A班	30.2	29.3	20.7	11.2	8.6
	B班	21.0	27.9	23.5	13.8	13.8
高等数学A下	A班	23.8	28.6	18.1	19.1	10.4
	B班	14.9	25.2	17.4	24.4	18.1

表7 高等数学A(上、中、下)的统计分析

统计量	高等数学A上		高等数学A中		高等数学A下	
	A班	B班	A班	B班	A班	B班
平均值	75.988 3	70.262 8	79.508 6	74.652 1	76.828 5	71.104 5
标准差	14.333 4	18.777 8	16.188 2	20.113 2	15.629 4	18.272 3
中位数	80.000 0	75.000 0	84.000 0	79.000 0	81.000 0	74.000 0
方差	205.446 9	352.605 9	262.060 7	404.542 1	244.278 1	333.877 6
检验 p 值	0.001 3		0.005 1		0.001 1	

表7中,所有统计量的指标都明显体现了A班的成绩比B班成绩好,而且更稳定。由于两个班的方差不一致,所以对两个班级的平均成绩实施双样本异方差 t -检验。根据检验结果的 p 值可知,二者成绩确实存在统计学上的显著差异。

另外,为了了解精准教学对专业课学习的影响,对2017级电气学院学生的专业基础课电路期末考试成绩也进行了分析。这门课是在一年级下学期开设,由于是选课,所以精准教学班级的学生分散到不同的班级。抽取高等数学A中精准教学班级的学生(A班)电路期末考试成绩与其余学生(B班)考试成绩进行统计分析(见表8)。

表8 电路成绩分布情况 单位: %

科目	班级	考试成绩分段占比				
		90~100	80~89	70~79	60~69	不及格
电路	A班	10.5	29.1	27.9	18.6	13.9
	B班	9.6	19.7	23.9	25.5	21.3

从表8可以看出,参与精准教学的学生电路成绩总体高于其余学生,特别是优良率与及格率优势明显。下面通过对成绩数据进行统计分析来说明A、B班的差异(见表9)。

表9 电路期末考试成绩统计分析

统计量	A 班	B 班
平均值	74.348 8	69.474 5
标准差	12.806 0	15.359 6
中位数	76.000 0	71.000 0
方差	163.994 5	235.917 9
检验 p 值	0.001 6	

从表9中的4个统计量值明显看出A班成绩比B班成绩好,而且更稳定。由于两个班的方差不一致,所以对两个班级的平均成绩实施双样本异方差 t -检验。根据检验结果的 p 值可以看出,二者成绩确实有显著差别。这在一定程度上可以说明在高等数学A课程中实施精准教学对电类专业学生后续课程的学习有比较显著的促进作用。

四、结语

教师愿教、乐教,以学生为本;学生愿学、乐学,并学以致用,是教育的根本目标。我们以学生为主体,以学生的兴趣为导向,从教学内容、教学方法、教学评价等多方面进行精准教学改革,并取得了初步的成效。然而这是一项任重道远的工程,需要我们不断地探索研究,不断地总结经验,正所谓“路漫漫其修远兮,吾将上下而求索”。另外,我们将在电类专业试点的基础上进行推广,通过教材、教学内容适当调整,对不同专业的学生实施个性化的教学,把因材施教理念进一步融入公共基础课课堂教

学中,充分激发学生学习的兴趣,增强主动学习的动力,为学校创建“双一流”工作奠定公共数学基础。

参考文献:

- [1]黄明东,李炜巍,张娟.提升本科人才培养质量,创建世界一流大学[J].中国大学教学,2016(1):26-29.
- [2]宫珂.应用型人才培养模式建构的路径选择:基于目标管理的视角[J].高等理科教育,2018,138(2):38-44.
- [3]张谋,魏曙光,易正俊.高等数学教学中数学思想的渗透[J].高等理科教育,2015,121(3):90-93.
- [4]BINDER C,WATKINS C L. Precision teaching and direct instruction: measurably superior instructional technology in schools [J]. Performance Improvement Quarterly, 1990, 3(4): 74-96.
- [5]LINDSLEY O R. Precision teaching: by teachers for children [J]. Teaching Exceptional Children, 1990, 22(3): 10-15.
- [6]张大良.提高人才培养能力要在课程、教材、师资建设上下功夫[J].中国大学教学,2018(5):13-18.
- [7]刘超,代瑞香,陆书环,等.数学史与数学教育[M].杭州:浙江大学出版社,2013.
- [8]周海林.“以学生为中心”的本科教学改革刍议[J].高等理科教育,2016,125(1):102-106.
- [9]董凌波.基于“以学生为本”的高校课程改革探析[J].高等理科教育,2013,107(1):103-107.
- [10]张锐,杨敏,李树海,等.论高等数学教学从学术形态向教育形态的转变[J].高等理科教育,2018,138(2):70-77.
- [11]丁旭,盛群力.有效教学新视域“精准教学框架”述要[J].课程·教材·教法,2017,37(7):31-37.
- [12]刘广孚,任旭虎,刘润华.“6+1”多元化考核模式的研究与实践[J].高等理科教育,2016,130(6):32-37.

(责任编辑 李世萍)