

# 基于OBE理念的高等数学教学设计探究\*

孙 红

(南京工程学院数理学院 江苏南京 211167)

**摘 要:** 文章分析了我校高等数学教学的现状,为解决课程教学中存在的问题,遵循OBE理念,探究高等数学课堂教学设计具体环节。以函数的连续性课堂教学设计为例,具体分析依据明确预期教学成果、设立教学目标、设计教学环节、设置考核环节、分析考核反馈五个步骤设计的课程教学方案,充分体现“以成果为导向、以学生为中心”,课堂实践证明教学效果明显改善。

**关键词:** 高等数学 OBE理念 教学设计 形成性考核

**中国分类号:** G642.0; O13 **文献标识码:** A

**DOI:** 10.12218/j.issn.2095-4743.2022.33.084

## 引言

应用型本科高等院校始终坚持以应用型人才培养为中心的办学定位。《高等数学》是大学一年级新生入学的第一门系统的公共基础理论课,主要包括函数的极限、函数的连续性、函数的微分和积分等概念、理论和相关计算内容<sup>[1]</sup>。高等数学中蕴含的数学思想方法已然渗透到我校各学科的大部分专业课程,是理工科各专业课程的理论基础,因此对高等数学课堂教学改革将进一步推动创新型、应用型人才培养质量的提升。

## 一、高等数学教学现状

由于高等数学具有高度抽象性和概括性、严密的逻辑性、精炼的表达方式,很多同学在高数学习中产生畏难情绪。近年来高等数学教与学的现状有以下几点。

### 1. 教学内容,高中数学和高等数学的衔接不到位

一方面高中的新课程改革,使很多原有的基础内容变成了选修,在高中阶段(比如三角函数的内容中余切函数、正割函数、余割函数、反三角函数、积化和差、和差化积公式等)不作为重点内容,而在大学课程授课大纲中并不是课时内容并被视为高中已经掌握的知识,因此这部分知识也就被忽视了。再比如,有些生源地区极坐标不做要求,导致高等数学授课时学生基础参差不齐。另一方面,高中数学与高等数学内容部分出现重叠,比如,一元函数的导数及其简单应用和微积分基本概念及简单计算,在高中就已经涉及,这些知识恰恰是高等数学上册的重难点,也是下册书本中多元微积分学的理论基础。这就导致新生入学时发现都是自己高中

数学接触过的知识,容易眼高手低“轻理论、重计算”,虽然亦能轻松通过考试,但是由于理论基础不扎实,对高等数学下册中原理相同的多元函数微积分学却“望而却步”,不及格率严重高于高等数学上册。

### 2. 教学环境,高中数学与高等数学大相径庭

高中阶段的学习环境比较封闭,学生的时间精力基本都分布在各科目课程上,班级(小班制)所有同学目标一致、学习氛围浓厚,还有各科老师全天候监督陪伴,使得师生交流密切,课堂几乎都保持满勤;相反,大学学习环境开放,社团活动种类繁多,学生可自由支配的时间突然变多,学生如同脱缰的骏马,再加上大班授课的老师除课堂之外不会近距离陪伴,一下失去聚焦高等数学学习的动力。总之学习数学的时间、精力和效率锐减导致学习效果也大打折扣。

### 3. 授课方式,教师“伴学”变“导学”

高中阶段数学是通过教师的讲授加上反复练习,教师会对知识点反复强调、典型例题举一反三、拓展练习题讲解详细、可以反馈到每一位同学,每天都会安排数学课,老师课上课下“带着学”,使得数学知识学习系统连贯。反观我校高等数学课程课时安排一般每周6学时(即三次课),相比之下课时少了、课容量大了、授课速度快了,基本“概念-定理-推导-推论-例题”一遍过,老师引导一下,课下都要靠自己复习琢磨,使得很多刚走出高中课堂的学生,由于自控能力不强,放松对自己的时间管理,一时难以适应紧张的高等数学学习。

### 4. 考核方式,过程化考核难以频繁实施

为了应付高考,高中数学考核,“三天一小考,每周一

\*基金项目:南京工程学院校级科研基金项目资助(YKL201856),国家自然科学基金青年基金项目(11701229)资助,中国博士后科学基金项目(2019M651634)资助。

大考”，完全实施过程化考核，老师有时间点对点针对各个学生做充分的个性化层次教学<sup>[2][3]</sup>。然而，高等数学一般是120人左右的大班授课，现有的授课计划只能勉强保证每章1-2次习题课，除章节总结、讲评作业外，每学期至多只能安排2-3次阶段性考核，教师几乎不能课下逐个交流，不能实施真正意义上的“过程考核”。

## 二、基于OBE理念的高等数学课程设计

近年来，随着教学模式改革不断推进，翻转课堂、线上线下混合式教学模式层出不穷；在新冠疫情影响下，为响应国家“停课不停学”的号召，我校利用中国大学生mooc、雨课堂、腾讯课堂等平台实施纯线上教学，但从教学成果的综合评价来看，高等数学教学质量并没有大的突破。各种新型教学模式依然脱离不了“教师一言堂”，这样的线上教学设计没有达到理想效果。

成果导向教育（Outcome based education），简称OBE，1981年由Spady等人提出后，很快得到各国教育界重视和认可，我国2017年提出的以“学生中心、产出导向、持续改进”为普通高等学校师范类专业认证的行动指南遵循了OBE教育理念。OBE理念的精髓在于，教学设计、计划实施与结果评价各环节均需体现“以学生为中心，以学生最终学习成果为导向”的反向设计理念。要求学校和教师应该先明确学习成果，配合多元弹性的个性化学习要求，让学生通过学习过程完成自我实现的挑战，再将成果反馈来改进原有的课程设计。

教师需要针对所教不同专业学生的数学基础和后期专业课程需求，结合高等数学教学大纲，分析课程教学相关知识点所需要掌握的数学概念、定理和数学方法，设立相应的学习预期成果。根据学习成果去建立具体的课程教学目标，包括知识目标、能力目标和素质目标，由此设计具体的教学过程，在此过程中尽可能多地设立当堂能出结果的过程考核环节；通过考核反馈的教学成果再去反思教学目标的达成度，适当调整后期的教学设计。

高等数学学习的“课前预习-课堂知识吸收-课后复习作业（知识消化吸收）”必备环节对学生来说是重中之重，但很多学生就是因为不能严格要求自己做好这些环节的学习，才导致对高等数学产生为难情绪。针对这个现状，成果导向教育（OBE）理念要求高等数学教学提高学生的参与度。这就要求教师做好课前引导、课堂监管、课后督促的工作，以便真正地实现让学生参与进来，改善“教师在上面讲，学生未必听”的局面。课前利用方便的学习平台，搜集资料抽象

出贴合所教学生专业背景的知识点引入案例、整理出与所授课程知识点有关的数学家生平趣事、设计课前测试题，上传该部分教学资源至网络学习平台，激发学生自主预习的积极性；课堂上，教师需要设置每一个学生参与的知识点形成过程教学环节，以及用过程化考核对每一个知识点进行检验的考核方式。课后通过具体的实例练习设计发挥学生“学以致用”的能力。美国Benjamin Franklin的一句名言“告诉我，会忘记；教给我，可能记住；让我参与，才能学会。”正是OBE教育理念的深刻体现，下文将先以函数连续性课堂教学设计为例，详述基于OBE理念的高等数学教学设计实践改革的思路及具体实施步骤，最后将其推广至整个高等数学课程课堂教学中。

### 1. 函数的连续性课堂教学设计案例

本文根据新冠疫情以来学生的学情状态，基于OBE理念，以函数的连续性课堂教学设计为案例，从课堂教学设计和过程化形成性考核环节两个方面，展开高等数学课堂教学设计探讨。

（1）根据学生的知识背景，明确函数连续性教学预期的教学成果。高等数学教学大纲要求掌握函数连续性的定义、性质和间断点类型的判别，各专业的后继专业课程都会涉及连续函数，预期的教学成果是：能用函数的极限原理，判断函数在一点处的连续性；根据函数的连续性性质推断一些相关结论；能够判断函数非连续点处间断点的类型。计算机专业偏向离散变量规律的研究刻画，材料电气等工程类学科偏向于连续变量关系的探讨，针对不同专业可以有不同的教学预期侧重。

（2）依据具体的授课预期成果，设定函数连续性的教学目标。由于函数的连续性是高等数学上册首个应用极限方法探讨的理论问题，函数某段的连续性是对该段进行微分和积分的基础条件。所以这一知识的深入学习给后续函数的微分和积分学习扫清障碍。因此依据上述预期达成的授课成果，明确以下几点教学目标：（1）知识目标：函数在一点处连续三要素，间断点的类型（两大类四小类），闭区间上的连续函数（一般是初等函数）的三大性质。（2）能力目标：一种思维能力，如在利用函数极限定义形成的函数连续性概念的形成过程中能灵活运用极限方法研究判断函数在一点处是否连续，若不连续则归为哪一类间断点，从中学会利用极限方法分析类似问题（如后续导数和积分的概念）；能从微增量的角度去分析相似问题（如后续导数和微分的定义）；一种推导能力，如在闭区间上连续函数的性质中，设置辅助函

数, 推导相关结论(如后续微分中值定理的应用), 学以致用。(3) 素质目标: 通过生动有趣的情境问题设置, 让学生的思维从直观几何结论上升到代数抽象推导的高度, 体会极限理论的微妙, 数学表达的严谨和优美, 激发学生学习数学的积极主动性和创新性, 提高学生的数学素养; 对零点定理的应用, 可以提升学生的逻辑推理能力。

(3) 精确设计教学环节、精准设置情境问题, “高抛低吸”及时调度学生注意力。高等数学(上)一元函数微积分学要教给学生重要的微积分思想方法, 而不能仅满足于简单计算, 要进一步加强理论教学、深化基本方法的融会贯通。将函数的连续性划分为函数的连续性与间断和连续函数的运算与性质两次授课内容, 每次授课时间为90分钟。以第一次课—函数的连续性与间断为例, 具体教学设计分三段: ①借助“光的波粒二象性”小视频设计微课程, 学生从中自主发现直观上认为是连续的光, 实际上是由离散的光粒子组成, 教师引导强调对连续变量的研究不能仅停留在几何直观层面, 要给出严格的数学表述。②从增量的角度对一笔画成的连续曲线上特定的点  $x_0$  处, 研究随自变量增量  $\Delta x$  从点的两侧趋于0时, 应变量增量  $\Delta y$  的变化趋势。教师只需引导, 学生自主思考, 得出结论  $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \Delta y = 0$ , 若有偏差, 教师将进行引导修正。由于自主性得到激发, 学生此时情绪是高涨的, 教师再次抛出“这一结论有没有等价的极限表达?”  $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} f(x_0 + \Delta x) - f(x_0) = 0$  和  $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = f(x_0)$  两种等价形式应运而生。③结合具体分段函数判别分段点处的连续性例题,  $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \Delta y = 0$  追问单侧连续、不连续的情形有哪些? 在学生因概念形成困难而情绪低迷, 教师时可以结合几何直观图形请学生不断补充能想到的所有情况, 吸引学生的注意力; 最后教师归纳总结, 给出区间连续定义和间断点的判别、分类。课堂实测, 摒弃了教师一言堂, 既能正常按课时完成教学内容, 亦能让学生全程参与知识的形成过程, 真正做到“以学生为中心, 以产出为导向, 把课堂还给学生”。

(4) 巧妙设计知识点的及时考查环节, 推动过程化形成性考核。高等数学课程教学环节包括: 课前预习、课堂实施、课后复习。课前预习完全自主, 课堂教师主导, 课后复习作业, 现状是课前预习难以持续和监督; 课堂大班授课人多课时紧、学生手机党“低头族”注意力难以集中、分组分层次教学几乎不能实现; 教师虽然花了大量时间、精力批阅作业, 并将结果反馈给学生, 但能真正用充足时间订正拓展的同学微乎其微。终结性“期中+期末”的考核方式, 给学生“平时不努力、考前靠突击”的心理, 实践证明, 这样的

方式导致学生对知识只能形成短暂记忆, 不利于高等数学课程在专业课中“学以致用”。针对函数的连续性授课内容, 加强知识及时考核, 检测复习、预习情况, 笔者主要借助学习通平台, 首先让学生完成复习预习小测试2道选择题, 包括函数在一点处极限存在理论判断和一个分段函数在分段点极限不存在的判断, 限时3分钟; 其次, 在完成连续性概念教学的间隙让学生完成当堂测试1: 函数连续性要素判别、一个分段函数在非连续分段点单侧连续性判别、一个分段函数在非连续分段点处间断点类型判别, 3道选择题限时3分钟; 接着在完成连续函数的运算教学之后立刻实施当堂测试2: 利用四则运算判断初等函数的连续性、利用复合函数的连续性求解复合函数的极限, 3道选择题限时5分钟; 最后在完成闭区间上连续函数的性质后实施当堂测试3: 闭区间上函数连续性相关结论适用条件的判别和应用零点定理证明根的存在性中辅助函数的设置判别, 2道选择题限时5分钟。整个函数连续性知识内容考核总分10分, 用时16分钟, 在学时中占比合理, 以学生为中心, 引导学生聚焦课堂内容, 对课堂学情实施全程跟踪评价的过程化考核。

(5) 考核反馈教学目标的达成度, 根据考核结果适当调整教学设计。根据课堂多次考核结果分析学生所掌握知识的薄弱点, 在后面的教学设计中穿插合适的强化训练, 不断增强学生的学习自信心, 不需要单独安排专门的复习课。若学习效果较好, 习题课时间有多余, 则可以安排研究生入学考试的相关题型拓宽学生知识面。

总之, 以函数连续性课堂教学设计为例, 引出我校高等数学教学设计的改革方向, 遵循OBE教育理念。想让学生取得什么样的学习成果; 如何有效地帮助学生取得这些学习成果; 如何知道学生已经取得了这些学习成果, 这四个核心问题给教师提供设计合理的教学内容和环节的依据, 也给推进教学创新和持续改进教学效果指明方向。

## 2. 基于OBE理念的高等数学课程设计推广实施效果

笔者将上述案例的实施过程推广至高等数学教学的每一个知识单元, 数列的极限、导数的定义与运算、不定积分的定义与运算、定积分的定义与运算等等, 教学效果显著提升, 主要有体现在以下三个方面。

(1) 授课目标达成度显著提高。由于课堂学生对预习状态的参与度大大提高, 课堂知识吸收比较好, 体现在教学实践中平时课后作业正确率大幅度提高, 阶段性测试优秀率由15%直线上升至35%, 各个知识单元课程内容的知识点及相应专业学习的关联度以及授课应当达到的预设授课目标达成

率都有明显改善,提升了学生的学习参与度和自信心。

(2) 加强师生沟通交流,学生的自主学习能力显著提升。学生真正参与了解知识形成过程,而不是一味被动灌输,在试图自己建立知识结构时,学会了概念的严格表述、处理数学问题的严谨性得到训练,对数学方法的选择也有了自己的见解。比如,学习函数自变量趋于无穷大时函数的极限,立刻领悟到整标函数即数列极限的概念形成过程和的 $\varepsilon$ - $N$ 准确表述,从而知识迁移至函数自变量趋于无穷大时极限数学刻画 $\varepsilon$ - $X$ 定义的精准改写。由 $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = A \Leftrightarrow \lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = \lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = A$ 分析单侧极限某一侧或某两侧极限不存在或者都存在,但不相等的情况该如何描述,这正是提出问题、分析问题、解决问题的利用数学知识解决实际应用问题的正确思路,一方面加深了对授课内容蕴含的数学思想的体会,另一方面也增强了学生对高等数学知识的创新应用能力。由于是大班教学,所以不建议用小组讨论的形式,这就需要教师全程引导,学生全程参与师生探讨,杜绝现在的大学生上课低头玩手机现象。学生的学习积极性高了,知识学透了,畏难情绪就减轻了,学生继续学习的信心增强了,教师的教学目标达成度也相应提高,高等数学的教与学形成了良性循环,师生关系融洽,教学效果显著提升。

(3) 过程性化形成性考核推动高等数学考核的改革。“一考定乾坤”不利于教师高等数学的教学持续性,也会给自主性不强的学生带来“学习高数的畏难情绪”。过程化考核将大考变小考,将综合考核碎片化为各知识点的即时考核,显著的优点是不仅能及时发现学习过程中的每一个问题,还能在下一个知识点授课前或授课中解决这样的问题,扫清了教学中的困难知识点和障碍。两个学期的考核实践结果,为不及格率下降10%,真正优化了高等数学的考核方式。

### 结语

在基于OBE教育理念的高等数学课堂教学设计实践中也遇到一些问题。①教学内容的设计方面,需要搜集较多的专业资料进行抽象改编,以便于知识单元案例,这就大大增

加了授课教师的备课工作量,因为抽象过度也可能导致部分学生会有知识晦涩难懂的感觉,从而就此产生畏难情绪,教师需要对此想出相应的方法去应对。②课堂节奏的准确把控对学生的要求较高,理论课堂内容的过程考核,除了教师要把握好测试题目难度梯度之外,还需要学生对知识快速吸收,对于课堂上自控能力不强的学生难度较大,并且这种教学方式会对他们的学习情况产生消极的、恶性循环的影响,这就需要教师对这部分学生加强课堂管理。

本文实践的基于OBE教育理念的课堂教学设计,既适用于普通线下课堂,也适用于疫情期间的纯线上课堂。通过精巧的课程教学设计,有条件的小班可以将组织学生小组讨论,没条件的大班教学实施自主分析,因为穿插了过程化形成性考核,将学生疲于被动接受授课内容改为学生在老师的引导下积极开展为某一精准目标自主探索。课堂实测表明,课程预期效果达成度均在90%以上,这样的教学设计遵循了“以学生为中心”的教学理念,增强了教师对课堂的管控,激发了学生的求知欲,调动了学生的主观能动性,值得在数学课程中广泛推广。同时也给授课教师提出更高的要求,需要教师精心备课,根据教学反馈实时调整教学计划,用动态教学设计推进教学改革,提升教学质量。

### 参考文献

- [1] 翁连贵,孙福树.高等数学(上)(第七版)[M].北京:高等教育出版社,2015.
- [2] 张宏涛,曹仰杰.过程化考核模式的探索与实践[J].中国电力教育,2013(25):66-67.
- [3] 周延军,吴国祥.加强教学全过程的监控是开放教育之基本建设[J].中国远程教育,2001(02):29-31+79.

### 作者简介

孙红(1980—),女,汉族,博士,副教授,研究方向为偏微分方程数值解。