

高等数学双语教学的支架式课堂管理

陈博海, 刘玲, 任天, 聂铭玮, 董莉莉

北华航天工业学院 文理学院, 河北 廊坊 065000

摘 要 : 如果不计时间成本, 则目前大部分的创新教学方法都可行、有效、深刻; 但是, 如果要对学习时间加以限制, 则支架式课堂教学更显高效。2017—2025年间, 在与圣马丁大学多位数学教授在合作办学项目的教学实践与交流中, 针对高等数学双语教学课程, 从当今教育生态角度, 分析探索了当下流行的几种教学创新模式的实际教学效果, 考虑课堂教学的时间限制, 最后从项目管理教学模式中梳理出“支架式教学”模式。该模式强调教师的课堂输入和学生的同步输出, 具备标准化、信息化、产业化、人工智能化, 以及国际化的特点。此外, 受 OBE 教学理念的启示, 师生共同完成了中英文双语高等数学讲义, 以此作为本次教学改革的成果。

关 键 词 : 支架式教学; 课堂管理; 双语教学; 高等数学

The Scaffold Class Management of Advanced Mathematics in Bilingual Education

Chen Bohai, Liu Ling, Ren Tian, Nie Mingwei, Dong Lili

NORTH CHINA INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING, School of Liberal Arts and Sciences, Langfang, Hebei 065000

Abstract : If we do not count for the time, then most of the novel didactics are feasible, effective, profound; however, if the time was limited, then scaffold class is more efficient. From 2017–2025 years, by the teaching communication with some mathematical professors from Saint Martin University in Advanced Mathematics courses, From the view of teaching ecosphere, we analyzed some popular teaching models, and finally formed the “scaffold teaching” model from project management teaching by considering the limit of class time. This model emphasizes the input from teachers and the timely output from students, which is standardizing, informatizing, industrializing, intelligent and internationalizing. Besides that, from the OBE concept, by the actual practice, we formed a bilingual text book of Advanced Mathematics as an achievement of teaching reform in our college.

Keywords : scaffold class; classroom management; bilingual education; advanced mathematics

引言

从1999年开始高校扩招至今25年间, 大学录取比例不断提升。教育的生态已经发生变化, 大学教育已经从20世纪的精英教育过渡到当今的大众教育, 导致学生层次、学生心理与教学方法也发生了相应变化^[1-2]。在与圣马丁大学 Dr. Sweet 和 Dr. Olwell 两位教师关于高等数学的多年合作授课过程中^[3], 我们观察发现在级数这一章的教学中, 学生专注力差, 这是学生思想不习惯于对外输出表达的反映。在传统教学中, 老师讲学生听的单一模式下, 必然会造成弱化输出的现象, 进而影响听课输入; 尤其双语授课中, 学生还要面对语言压力, 因此导致教学效率有所下降。为了提升这关键的45分钟课堂教学效果, 我们先后尝试几种创新教学模式, 比如翻转课堂、情景教学、OBE、PBL等理念模式^[4-7], 确实一定程度上激发了学生的兴趣和学习能力, 但是另一方面也带来师生精力投入过大的弊端, 因而难以保证执行的长期性和连贯性。而且受中外教师差异影响, 模式很难标准化, 不易被复制。所以, 从教育生态或范畴的角度, 我们回看并厘清了最根本的教学目的, 认为在关注教学质量提升的同时, 更应该认识到教学效率问题。从项目管理的理念出发, 提出“支架式教学”模式^[8-13], 将教学标准化、信息化、产业化、人工智能化^[14], 在数学教学和双语能力两方面提高效率。

基金项目: 北华航天工业学院2023年本科教学研究与改革项目(JY-2023-53)合作办学背景下高等数学双语讲义的探索与应用。

作者简介: 陈博海(1982-), 男, 博士, 副教授, 从事基础数学的科研教学。

一、常见的几类教学模式的利弊

教学生态决定了方法和目标的选择。普通高校公共数学课的基本教学目的是让学生们通过训练熟练掌握数学的运算技能（评价方式为分数），然后才是数学思想和数学应用方面的更高要求。因为学生们不是在主修数学专业，而是其本专业的核心课程。并且课堂学生人数超过了一百人，规模较大。而当下很多创新教学模式包含了：翻转课堂，让学生当老师讲课；分组学习，学生组队合作；PBL教学中的产品导向；OBE教学中的学生互考互评，等创新环节。然而，如果脱离了实际教学生态，在公共数学课上长期频繁使用如上模式，则会带来一些弊端。翻转课堂会让学生投入很多精力去自学并精心准备；分组学习源自欧美教育，借鉴项目管理模式，其本质是重在提升团队合作能力，团队成员应来自不同种族、不同国家、不同性别、不同年龄、不同职业，从而产生不同思想之间的碰撞融合，然而国内高校生源同质化严重，理工科学生对于数学课的重视程度也不高，尤其是分组教学属于开放式的教学模式，各组输出成果多样，不可控，不便于评价，因而不适合在国内高等数学课上引入；学生做产品，也会额外增加课业负担，并且多样的产品方案会导致时间、质量、评价不可控；学生出题互评，也一样会占用课堂时间并且时间可控性差。总之，以上教学方法虽然能提高学生学习兴趣，促进学生思维，但是在有限的课堂时间和课后时间下，不能满足高效性。可以在部分章节使用，但不宜全程使用。同时，这类教学法受教师个体差异影响较多，超过百人的合班上课时，教师的精力投入过大，因而在标准化、复制推广、产业化上难以进行，不符合目前的教育生态。

二、支架式课堂教学

支架式课堂教学源于建构主义学习理论，融入项目式教学 PBL (Project-Based Learning) 管理中。管理分过程管理和结果管理两种，如只关注结果则会导致质量风险不可控，造成考前划重点突击复习，甚至降低考题难度，放松判卷标准；而如果关注过程管理，细化到45分钟里的每一个环节就能避免学生中途的学习脱节、注意力分散的现象，并能即时规避风险即时预警。具体地，项目式教学分为设计、实施和评价三个层面，其中实施又分为六个要素：聚焦课标、建构文化、项目管理、搭建支架、评估学习和复盘反思^[6]。支架式课堂教学即是“搭建支架”的进一步发展，可分为教师讲授支架和学生学习支架两部分。课堂内容支架是为了提升或保持学生专注力，并且每节课都有统一固定的模式流程。在这一点上，针对学生课堂气氛不活跃，英语表达有困难的情况，我们重新增强了OBE理念中的“O”。教师所有的课堂设计和讲授属于Input输入，在与其后的Outcome产品之间还要重视学生在课堂上要有良好的Output输出反馈。学习支架是为了将解题方法程序化并熟练操作，同时提高学生的表达输出能力。

表1是讲授支架示意图。前5分钟，针对上一节课的知识点进行小测验，学生在APP上按时提交答案，每次课前测验的分数会成为平时成绩的一部分。这样做的目的，一是杜绝学生迟到现

象，如果迟到则不可能完成题目获得分数；二是督促学生课后复习或课前预习，一定程度上消除应付作业的现象。中间20分钟进行概念讲解逻辑推导，此时可以充分发挥各类合适的教学法，而且中途有提问互动环节，目的是关注学生的思维输出，保持专注力。最后20分钟，至少会设计4道练习题，每一道题都会在APP抽查提问，并计入平时成绩。其中练习题1~4分别对应支架展示、支架搭建、支架拆除、升级支架四个层次，详见图2。从教学节奏上看，学生不会在听课中走神，或因为某一个知识点的迷惑而放弃后续学习。尤其要指出的是，当学生因为忘记某个过去课程的知识点而无法完成本次练习题时，教师可以根据时间仅提示学生回去查阅，而不浪费课堂时间重复之前的知识点，此外也可强化学生课下自主学习的能力，但是教师要备案记录，在当天课后检查。课后，对于整门课程，要求学生完成某个小节知识的英文教材翻译，制作一个讲义。其特点是左侧为英文右侧为中文，左右对照，以此作为Outcome让学生深度参与教学，既提高语言能力，又不会过多占用课后时间。

图1，是来自于圣马丁大学合作办学实际课堂案例，展示了学习支架的展示、搭建、拆除三个层次。第1题作为示例，展示给学级数在6种审敛法下的具体计算操作；第2题在教师的引导下，由学生根据第1题的操作，模仿操作，6种审敛法的有效性并不完全和第1题一致，这让学生更加清晰地认识到为何要介绍6种审敛法，支架搭建完成；第3题，由学生独立完成，必要的时候可以隐去6种审敛法的提示，实现支架的拆除。学生高效地掌握了级数审敛法的计算技巧。

随后课堂练习的第二个支架，是将中英文双语改为纯英文，在语言层面实施支架拆除，学生的语言思维由中文过渡到英文，题目难度增加。时间允许的时候，可以在最后让学生自行设计一道题目并进行审敛判别。

表1. 讲授支架示意图

5 min	课前测验	计入考勤
20 min	概念定理讲解	中途提问，计入平时成绩
20min	问题1	举例，支架展示
	问题2	模仿，支架搭建
	问题3	独立完成，支架拆除
	问题4	深入思考，升级支架

判别法 test	题目	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{n+3}}$	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}$	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3^n}{n!}$
Thm1. S_n	$\lim_{n \rightarrow \infty} u_n \neq 0$	p-series	失败 Failed	独立完成
Thm2. 比较判别法 Comparison test	$w_n \leq u_n \leq v_n$	$\frac{1}{n+3} < \frac{1}{\sqrt{n+3}}$	$\frac{1}{n^2} < \frac{1}{n^2}$	独立完成
Thm3. 比较判别法极限形式 Limitation of Comparison test	$\frac{u_n}{v_n} = l$	$\frac{1}{\sqrt{n+3}} \rightarrow 1$	$v_n = ?$	独立完成
Thm4. 比值判别法 Ratio test	$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{u_{n+1}}{u_n} = \rho$	$\frac{1}{\sqrt{(n+1)+3}} \rightarrow 1 = \rho$	$\frac{1}{n^2} = ?$	独立完成
Thm5. 根式判别法 Root test	$\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{u_n} = \rho$	$\sqrt[n]{\frac{1}{\sqrt{n+3}}} \rightarrow 1 = \rho$	$\sqrt[n]{\frac{1}{n^2}} = ?$	独立完成
Thm6.	$\lim_{n \rightarrow \infty} n^i \cdot u_n = l$	$n^i \cdot \frac{1}{\sqrt{n+3}} \rightarrow 1 = l$	$n^i \cdot \frac{1}{n^2} \rightarrow l$	独立完成

>图1. 学习支架的展示、搭建、拆除三个层次

在这个45分钟的课堂里，每个环节的时间投入是可控的，学生的输出反馈是有范围的，进而注意力随时被控制，这种高效性是应用型本科公共数学课教育生态下，支架式课堂教学的特点和优势。更关键的是，这个优势在信息化教学下得以发挥，可以更高效地实现流程化，软件化，产品化，可以被用于远程教学，AI教学或自学^[14]，避免了其他教学方式的各种不可控性。教师更大程度地成为教学的引导者。当然，单纯的支架式课堂教学也有弊端，比如缺乏团队合作、缺少深入思考等问题。它更适用于程序化和计算性较强的章节，比如复合函数求导、洛必达法则、函数极值、泰勒展开等；而不太适用于证明或者构造性较强的知识

点。这需要其他教学方法进行补充^[15-16]。

在各种创新教学法的取舍之上，是对教学生态的明确，这决定了选用的方法、目标，以及评价标准。在普通应用型本科的数学教学上，对比其他教学模式，虽然有各种不完美，但脱胎于项目式管理的支架式课堂教学有利于将教学差异化向教学同质化过渡，将OBE理念中的Outcome落实为45分钟课堂上的Output，激发学生的语言表达和输出反馈。保证时间布局可控、学生输出反馈可控、注意力可控，达成目标可控，进而实现教学的标准化、软件化、信息化、产品化，进而保证了教学效率。

参考文献

- [1] 左浩德. 数学教育研究支持课堂教学实践: 赋能未来 [J]. 数学教育学报, 2023, 32(3):10-94.
- [2] 朱宇璇, 左浩德. 第四次工业革命中的数学教育: 面向未来的思维能力 [J]. 数学教育学报, 2022, 31(3):94.
- [3] 陈博海, 陈杰, 张帅. 大学数学杂糅式双语教学与合作办学心理危机干预 [J]. 中外交流, 2019, 26(39):3.
- [4] 万恒, 高辛宇. 项目化学习中的教师: 角色认知与胜任力要素 [J]. 教师教育研究, 2023, 35(2): 63-68.
- [5] 刘志龙. 基于工程项目管理思维的高效课堂组织构建 [J]. 产业与科技论坛, 2022, 21(5): 150-152.
- [6] 杨磊, 蔺琳. 新时代背景下基于OBE理念的“1234”模式 高等数学课程思政建设研究 [J]. 黑龙江工业学院学报, 2023, 23(6):33.
- [7] 关丽红, 李映熠. 高等数学课程混合式教学模式的研究与实践 [J]. 长春大学学报, 2022, 32(6):69-72.
- [8] 桑国元, 叶碧欣, 黄嘉莉, 罗颖. 构建指向中国学生发展核心素养的项目式学习标准模型 [J]. 中国远程教育, 2023(6):49-55.
- [9] 任翠萍. 基于构建教学支架模型的大学数学教学研究——以《高等数学》为例 [J]. 高教学刊, 2020(21):4.
- [10] 刘鲁文, 陈兴荣. 基于建构主义的大学数学学习共同体的建构 [J]. 大学教育, 2017, (7):1-3.
- [11] 杨亚丽. 支架式教学模式下高中数学函数教学设计研究 [D]. 西北师范大学, 2021.
- [12] 徐翀. 融入支架式教学的初中数学PBL教学实践研究 [D]. 安徽师范大学, 2024.
- [13] 杨南昌, 罗毛羽. “脚手架”如何变成了“绊脚石”——小学数学中的图示障碍研究 [J]. 电化教育研究, 2021, 42(7):114-121.
- [14] 战德臣, 聂兰顺, 唐德凯. 虚拟教研室: 协同教研新形态 [J]. 现代教育技术, 2022, 32(3):9.
- [15] 李士铸, 吴颖康. 数学教学心理学 [M]. 华东师范大学出版社, 2019.06.
- [16] 曹一鸣, 王光明. 数学教学心理学 [M]. 北京师范大学出版社, 2018.05.