

基于 BOPPPS 模型的高等数学混合式教学设计与实践

——以导数概念为例

王重阳

抚州幼儿师范高等专科学校

摘要：BOPPPS 模型是一种以教学目标为导向、以学生为中心、强调参与式学习和闭环反馈的有效教学模型，近年来在高等数学教学中得到广泛应用。本文以“导数概念”为例，将 BOPPPS 模型的六个环节（导入、目标、前测、参与式学习、后测、总结）与线上线下混合式教学深度融合，构建“课前线上预习—课中线下精讲—课后线上巩固”的教学模式。教学实践表明，该模式能够显著提升学生的学习成绩、自主学习能力和数学思维水平，为高等数学教学改革提供了可借鉴的实践路径。

关键词：BOPPPS 模型；高等数学；混合式教学；导数概念

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2026.01.317

引言

高等数学是理工科、经管类等专业的一个重要基础课程，其中“导数概念”是微积分学习的核心内容，具有抽象性强、逻辑严密、应用广泛等特点。传统教学以教师讲授为主，学生被动接受，难以满足不同层次学生的学习需求。随着信息技术的发展，线上线下混合式教学为高等数学教学改革提供了新的思路。BOPPPS模型作为一种强调目标导向、学生参与和闭环反馈的教学设计框架，已在统计学、经济学等课程中取得良好效果。

本文在分析高等数学教学现状的基础上，以“导数概念”为例，探索基于BOPPPS模型的混合式教学设计与实践，旨在通过系统化的教学设计提升教学效果，为相关课程教学改革提供参考。

一、高等数学混合式教学改革的必要性

高职院校的学生数学基础普遍薄弱，对学习没有信心，尤其对高等数学存在着畏难心理，更有甚者认为学习高等数学对自己未来的职业发展没有什么帮助。教师在教学中，按照往年的经验安排教学进度，导致基础好的学生“学不够”，基础弱的学生“跟不上”，课堂互动往往由固定的几个学生主导，大多数学生都是默默听讲。其次，高等数学的概念相对来讲比较抽象（如极限思想、导数的概念等），若缺乏由实际的情境到抽象的概念过渡或动态几何直观演示，学生往往会陷入公式记忆，无法理解数学的本质^[1]。同时，目前的评价方法相对单一，忽视了对学生学习的过程性评价。而基于BOPPPS模型的混合式教学能有效避免这些教学中的弊端，学生课前通过观看教师发布的学习视频、完成课前测验等学习任务，能帮助学生确定学习目标，课中通过小组协作完成教师布置的任务、课堂检测等不仅能帮助学生理解和运用新知，教师

还能将课堂时间还给学生，培养不同层次学生的综合素养，也有助于教师教学能力的提升^[2]。

二、基于BOPPPS模型的高等数学混合式教学模式

BOPPPS教学模式是一种以学生为中心、注重互动和反馈的教学设计模型^[3]。它将课堂教学过程分解为六个环节：导入（Bridge-in）、目标（Objective）、前测（Pre-assessment）、参与式学习（Participatory Learning）、后测（Post-assessment）、总结（Summary），形成了一个闭环的教学活动结构。随着数字化教学资源的不断更新以及混合式教学的发展，BOPPPS模型不再受限于课堂教学，需要与在线学习平台深度融合并不断优化与创新^{[4][5]}。目前已有部分学者做了一些研究^[6]，为了更好地发挥BOPPPS模型在教学中的优势，将BOPPPS模型的六个环节与线上线下混合式教学深度融合，构建“课前线上预习—课中线下精讲—课后线上巩固”的教学模式（见图1）。

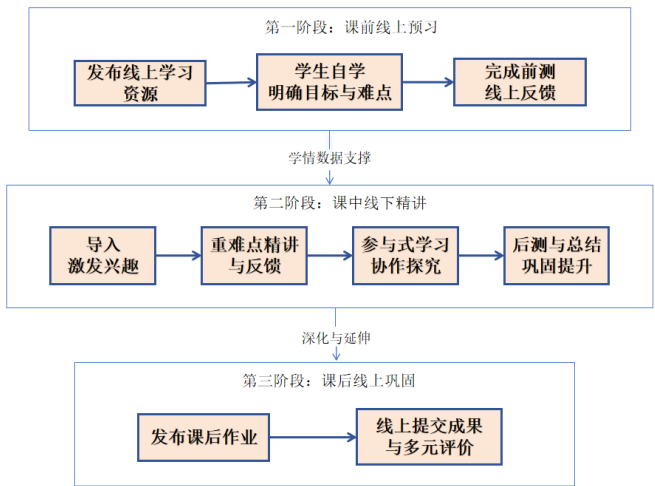


图1

三、基于BOPPPS模型的高等数学混合式教学设计

笔者以《高等数学》第2章“导数与微分”的第2节导数的概念为例，系统阐释了基于BOPPPS模型的混合式教学实施的具体措施。

（一）教学分析

导数的概念主要起源于两个著名的问题：一个是求曲线的切线问题，另一个是求非匀变速运动的瞬时速度的问题^[7]。它是高等数学中利用极限思想将平均变化率转为瞬时变化率的重要内容。教学重点是瞬时变化率与切线的斜率以及导数的定义式，教学难点是利用极限思想将平均变化率转化为瞬时变化率。

（二）教学目标

知识目标：理解导数的实际背景，掌握导数的定义式及几何意义。

能力目标：能用定义法求解简单函数在某点处的导数。

素养目标：感受从平均变化率到瞬时变化率的过程，体会极限思想。

（三）混合式教学设计流程（以90分钟大课为例）

第一阶段：课前线上预习

1. 导入（B）：通过超星学习通平台发布导数概念相关的视频，如讲解平均速度与瞬时速度的关系，抛物线 $y = x^2$ 在点（1,1）附近，割线是如何无限趋近于切线的，并让学生上传生活中与之相关的实例。

2. 前测（P）：设置测试题，如已知 $s(t) = t^2$ ，求 $t \in [1, 3]$ 的平均速度，当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时， $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ 表示什么？主要考查学生对平均变化率、极限等知识的掌握程度。

第二阶段：课中线下精讲

1. 目标（O）：在课前开始的5分钟，教师展示学生前测试题情况，并明确本节课的学习目标。

2. 参与式学习（P）（约70分钟）：

活动一：物理模型（20分钟）

任务：对于 $s(t) = t^2$ ，求 $t = 1$ 时的瞬时速度。

小组探究：当时间增量为 Δt 时的平均速度怎么表示？

引导学生写出表达式： $\frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{(1 + \Delta t)^2 - 1^2}{\Delta t}$ 。并观察：当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时，平均速度趋于哪个值？

引导学生总结：瞬时速度就是平均速度当时间增量 $\Delta t \rightarrow 0$ 时的极限。

活动二：几何模型（20分钟）

任务：用Geogebra动态演示曲线 $y = x^2$ 上点 $P(1, 1)$
 $Q(1 + \Delta x, (1 + \Delta x)^2)$ ，当 $\Delta x \rightarrow 0$ 时，割线是如何“转

动”变为过点 $P(1, 1)$ 的切线。

小组协作：让学生类比瞬时速度的推导，写出切线斜率 k 的极限表达式。

$$\text{割线斜率: } \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(1 + \Delta x) - f(1)}{\Delta x}.$$

$$\text{切线斜率: } k = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x}.$$

教师引导总结：切线斜率是割线斜率当 $\Delta x \rightarrow 0$ 时的极限。

活动三：抽象定义（20分钟）

教师将两个极限表达式并列展示：

$$\text{瞬时速度: } v(1) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{s(1 + \Delta t) - s(1)}{\Delta t}.$$

$$\text{切线斜率: } k = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(1 + \Delta x) - f(1)}{\Delta x}.$$

小组讨论：这两个问题有什么联系？

教师根据学生讨论的结果总结导数的定义：

设函数 $y = f(x)$ 在点 x_0 的 $U(x_0)$ 内有定义，当 $\Delta x \rightarrow 0$ 时，若 $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x}$ 存在，其中 Δx 表示在 x_0 处的增量， Δy 表示对应的函数增量，则称函数 $y = f(x)$ 在点 x_0 处可导，该极限值称为函数 $f(x)$ 在点 x_0 处的导数^[7]，即

$$f'(x_0) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)}{\Delta x}.$$

阐释符号 $f'(x_0)$ ，并强调 $f'(x_0)$ 的几何意义就是曲线在点 $(x_0, f(x_0))$ 处的切线斜率。

活动四：例题讲解与练习（10分钟）

例1、求 $f(x) = x^2$ 在 $x = 1$ 处的导数。

由教师讲解，并规范书写过程：

$$\Delta y = f(1 + \Delta x) - f(1) = 2\Delta x + (\Delta x)^2,$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{2\Delta x + (\Delta x)^2}{\Delta x} = 2 + \Delta x,$$

$$f'(1) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = 2.$$

练习：求 $f(x) = x^3$ 在 $x = 1$ 处的导数。

小组协作完成，并请两组上黑板板演过程。

3. 后测（P）（约10分钟）

（1）完成课本P49习题2.1中1（1）、（5）；

（2）用定义法求 $f(x) = x^2 + 2x$ 在 $x = 2$ 处的导数。

设计意图：检验学生对导数概念的理解，并能用定义法求某点处的导数。

4. 总结（S）（约5分钟）

请两位同学谈谈这节课学到了什么。

第三阶段：课后线上巩固

1. 布置作业：完成学习通平台对应的练习题。

2. 教学评价与反思

过程性评价：学生课前的参与度与前测题目的正确

率+线下课堂中学生的参与度以及小组表现+课后作业的完成情况以及正确率。

教学反思：前测数据是否准确反映了学生的真实水平？线下课堂中，是否每位同学都参与了？

四、基于BOPPPS模型的高等数学混合式教学成效

（一）破解传统教学痛点

基于BOPPPS教学模式的高等数学教学实践取得了积极成效，为其他课程的教学提供了有益参考。一是教师通过线上发布明确的学习目标（O），使学生的预习有了方向。在线下课堂中通过问题、案例、故事等方式进行导入（B）不仅能调动学生的学习积极性，还可以重申本节课的教学目标。在课堂中布置的所有任务都围绕着这一目标展开，使学生明确了“为什么要学这个”，从而从被动接受到主动学习，降低了学习数学的焦虑感。二是教师通过线上测验、讨论区发言等（P前测），可量化分析学生在预习中存在的共同难点与个体差异，在课堂中针对薄弱点进行重点探究和讲解，让教学从凭借之前的经验转变为凭借具体的数据，从而提高教学效率。三是教师角色发生了改变，从“讲授者”变为“引导者”，使学生成为课堂的中心。学生根据教师布置的学习任务进行小组讨论（P参与式学习）得出结果，这不仅能培养学生学习数学的自信心，还提高了学生的自主学习、合作探究、批判性思维等能力。四是教师通过课堂检测、小组展示等（P后测）方式能及时明确学生的学习效果，对共性问题可以进行补充讲解或者调整教学计划，从而实现了过程性评价。五是教师在引导学生对课堂上学习的内容进行总结（S）时，不仅锻炼了学生语言组织能力、分析归纳能力和自主学习能力等，还能增强学生学习的信心和内在动机。

（二）提升教学效果

基于BOPPPS模型的混合式教学模式的高等数学课程已在江西省某高校人工智能专业实施了一学期。为全面了解教学中学生的学习情况、参与情况以及对知识点的运用等，BOPPPS模式的混合式教学模式的期末成绩包括：线上视频学习时长5%，线上讨论6%，课后作业6%，课堂签到5%，课堂表现8%，随堂检测10%，期末卷面成绩60%；传统教学模式的期末成绩包括课堂签到10%，课后作业10%，课堂表现20%，期末卷面成绩60%。改革后的教学模式更细化学生的平时成绩，强调过程性学习，引导学生善于思考，鼓励讨论交流。笔者以2024级人工智能技术应用专业两个平行班进行了一学期的教学，24级14班采用传统教学模式，24级15班采用基于BOPPPS模型的

混合式教学模式。如图2，将学生的期末成绩进行统计分析，发现传统教学模式下24级14班的平均分为65.38分，基于BOPPPS模型的混合式教学模式下24级15班的平均分为76.67分。教学改革后的平均分相较教学改革前有所提升，可见教学改革的效果比较显著，学生整体学习水平上升。

2024~2025学年第一学期两班级期末成绩的平均值和标准差

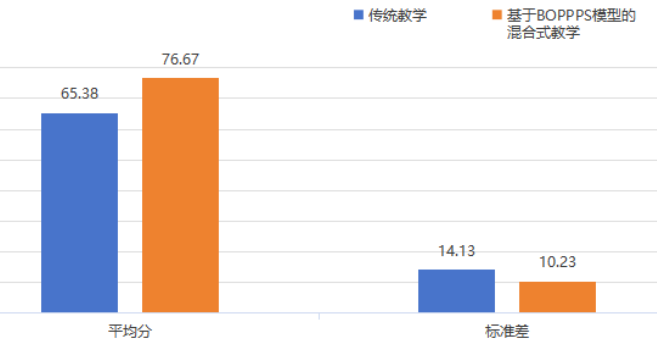


图2

结语

基于BOPPPS模型的混合式教学在高等数学教学中的应用，通过系统化的教学设计，实现了线上资源与线下课堂的深度融合，有效提升了学生的课程成绩、自主学习能力和数学思维水平。未来将进一步探索基于人工智能的个性化学习路径设计，推动高等数学教学向更加精准、高效的方向发展。

参考文献

[1] 许鹏飞, 公徐路, 张权义. 基于BOPPPS模型的高等数学混合式教学设计与实践[J]. 大学数学, 2025, 41(04): 114-119.

[2] 李达玲. 基于BOPPPS模型的高职高等数学混合教学模式实践探析[J]. 西部学刊, 2022(22): 131-134.

[3] 王海芹. 基于“超星学习通+BOPPPS教学模式”的专业课程智慧教学模式研究[J]. 知识窗(教师版), 2025(11): 6-8.

[4] 李由, 李扉, 岳瑞锋. BOPPPS教学模式在“高等数学”课程思政教学中的应用——以可分离变量的微分方程为例[J]. 中国林业教育, 2025, 43(06): 60-63.

[5] 葛碧. BOPPPS模型高等数学课程混合式教学设计[J]. 太原城市职业技术学院学报, 2024(05): 100-103.

[6] 刘琼, 李正波. 基于BOPPPS教学模式培养数学思维的高等数学教学设计——以导数概念为例[J]. 知识窗(教师版), 2024(11): 62-64.

[7] 张天德, 赵树欣. 高等数学(第二版)[M]. 哈尔滨工业大学出版社, 2024.