科学技术与教育 2026年第10期
ISSN: 3079-4455

生成式人工智能辅助高等数学混合式教学设计

何斌*，胡美琪，何雪，彭建奎
兰州文理学院教育学院，甘肃兰州，中国
*通讯作者

【摘要】针对高等数学混合式教学中计算结果易统计、概念理解难判断的问题，结合课程教学经验，以定积分的概念与应用为例，将生成式人工智能辅助整理作答、准备辨析材料和拟写分步提示嵌入课前诊断、课堂讨论与课后订正。通过位移估计、积分值与面积比较及区间变式任务，提出以作答解释、订正理由和独立迁移表现判断理解的教学方案。方案由教师负责数学审核与教学判断，学生完成推理和表达，其实施效果仍需结合课堂记录进一步检验。

【关键词】生成式人工智能；高等数学；混合式教学；教学设计；定积分
【基金项目】2026年甘肃省高校教师创新基金项目（编号：2026B-262）；2026年度兰州文理学院校级教育教学改革研究项目“基于AI技术辅助‘高等数学’课程混合式教学模式的改革与实践研究”；甘肃省教育科学“十五五”规划2026年度“大学生职业规划与就业指导”专项课题（编号：GS[2026]GHBZX0136）；甘肃省教育科学“十四五”规划2025年度课题（编号：GS2025]GHBZX261）

1.引言

高等数学教学中，学生即使能够运用牛顿—莱布尼茨公式求出定积分，也可能将积分值一概等同于几何面积，因而计算正确并不足以说明其已经理解概念。如果练习和作业主要关注结果，教师就容易忽略学生在判断依据上的偏差，需要结合其解释了解问题所在，再选择相应的课堂讨论和课后练习。

已有研究从BOPPPS教学设计、应用型本科课程改革等角度讨论了高等数学混合式教学的组织方式[1,2]。线上平台便于汇总客观题结果，但简答题仍需教师阅读；课前回答若未用于调整课堂内容，线上学习就难以与课堂讲授形成联系。课后学生照着正确解答订正，也未必能说清错误原因。这些问题涉及学习信息如何用于教学，而不只是资源是否丰富。

大学数学领域已有研究讨论人工智能辅助教学内容改革及课程教学的守正与创新[3,4]，相关教育研究也关注学生提问、人机协同学习和课堂中的人工智能使用[5,6]。生成式人工智能能够协助整理作答和准备材料，但在数学教学中，其使用还须对应具体概念、适用条件和推理要求。本文结合课程教学经验，以定积分的概念与应用为例，讨论课前反馈如何转化为课堂任务，以及课后帮助如何保留学生的独立分析。

2.教学设计的基本思路

对于已学习极限和导数基本知识的学生，定积分新授课需要进一步说明近似和如何形成，以及取极限后得到的量具有怎样的数学含义。本文利用线上作答收集学生的初步认识，将课堂时间用于讨论概念形成和易混淆的数学量，再通过课后订正了解其理解是否发生变化。教师据此调整讲解时，既要关注计算结果，也要结合学生对近似和、极限作用及积分值与面积关系的解释作出判断。

混合式学习研究主张结合传统教学与网络学习的优势，兼顾教师引导与学生主体作用[7]。大学生自我调节学习研究发现，生成式人工智能的支持效果仍受学生前置知识、认知能力和元认知水平影响[8]。据此，工具主要用于作答整理、材料准备和分步提示，教师审核内容并依据学生解释安排后续任务。

当课前文字作答数量较多、表述又较为分散时，生成式人工智能可以协助教师按预定依据整理回答，使其更容易找到值得讨论的问题。不过，学生表达不完整与概念理解错误并不完全相同，工具的归类需要保留原文供教师核对，含义不清的部分还须通过追问核实。课堂材料、变式题和提示也可借助工具拟写，但首次作答、基本推导与课堂解释仍应由学生独立完成；平台已有的客观题统计则沿用原有功能。

人智交互研究区分了被动接收、共享调节等对话模式，强调学习者的能动决策与高阶思维参与[9]。据此，本设计中的分步提示应指出尚未解释的条件或步骤，教师再检查学生能否独立分析，避免仅以订正后的答案判断理解。

课堂辨析材料如果同时含有多个错误，学生容易停留于寻找表面差异，难以说明其中某一条件的作用，因此每组材料宜集中讨论一个关键问题。课后帮助也应顺着错误原因展开：计算失误可引导学生复核步骤，条件遗漏需要回到公式的适用要求，概念混淆则须重新解释所求量的含义。学生获得提示后所作的分析和修改，能够为教师判断下一步如何教学提供依据，各环节的任务分工与反馈关系见图1。



图1.生成式人工智能辅助定积分教学的任务分工与反馈关系

3.定积分的概念与应用教学设计

定积分教学需要将“分割—近似—求和—取极限”的形成过程与面积、运动问题中的数学含义联系起来，因此本节通过一组诊断与订正任务，说明课前回答如何用于选择课堂讨论内容，以及课后练习如何继续检查理解。

课前先安排学生阅读教材中定积分的定义及几何解释，再布置两项简短任务。第一项要求判断：“将各小段中某一时刻的速度直接相加，就能近似得到总位移。”学生须说明理由，并用文字修正这一表述，再回答：“分段数不断增加，是否一定意味着分割细度趋于零？”第二项要求对区间 $[-1,1]$ 上的函数 $f(x)=x$，分别求定积分值与图像、横轴及区间两端竖直直线所围区域的几何面积，并解释两种结果的关系。前者检查学生是否理解子区间长度的作用，后者检查其是否区分正负抵消与面积累加。作答应在获得工具提示前完成。

教师可将去除身份信息后的文字回答交由生成式人工智能初步整理，要求为：“按是否说明时间长度、分割细度及极限条件，是否区分积分值与面积归类，保留编号和原文；同一回答可涉及多个问题；无法判断的单列，不补写学生未表达的意思。”复核后，若主要问题是遗漏时间长度，课堂从位移近似和入手；若学生会列式但解释有误，则重点讨论积分值的含义。同一回答可能兼有两类问题，教师需要结合原文确定讨论重点，整理过程还应遵守学校与平台的数据使用要求，只输入教学判断所需的内容。

《教师生成式人工智能应用指引（第一版）》强调教师主导、学生独立思考与理性判断，并要求重视数据安全[10]。落实到本设计，教师应限定输入内容和使用环节，对学生作答进行去标识处理，并保留人工复核与学生独立解释的程序。

例如，拟设回答“各段速度乘以相应时间后相加可估计位移，只要分段数增加就能得到精确值”同时包含正确认识与不完整的条件说明：前半句说出了近似和的构成，后半句却未交代分割细度趋零及取极限的要求。如果工具把整条回答归为“不会构造近似和”，就会掩盖学生已经理解的部分，因而应分别标注“近似和构成正确”和“分割细度与极限条件待澄清”，并保留相应原文。教师再结合这些信息追问最大子区间长度是否趋于零、为什么还需取极限，才能进一步辨别学生的实际困难。

课堂可从第一项任务中的位移估计展开，在速度函数连续的前提下，先将考察时间分成若干小段，用各段中某一时刻的速度近似该段速度，再乘以该段时间长度，得到各段位移的近似值并求和。教师追问“每一项为什么要乘以时间长度”，让学生从速度与位移的关系及量纲作出解释。随后讨论怎样减小近似误差，引出分割细度，即各子区间长度的最大值，并说明其趋于 0 时近似和的极限。为了回应课前的补充追问，还可保留某一子区间长度不变，只细分其余部分，使学生看到分段数增加并不意味着最大子区间长

度趋于零，再据此用明确的数学条件说明“分得越来越细”。

教师可借助工具拟写“直接把速度相加”与“速度乘以对应的时间长度后相加”两种表述，经核查后让学生比较，说明前者为何不能表示位移，并重新表达近似和的构成。随着讨论展开，还应将取点所在区间、分割细度和极限对象等要求纳入学生的解释，最后依据教材统一符号与条件，说明定积分定义中的极限应与分割方式及取点方式无关。这样组织辨析，学生需要解释差异对数学含义的影响，而不是只找出表述中不同的词语。

第二项任务的定积分值为0，几何面积为1。若将二者都答为零，教师可先请学生在图像上标出横轴两侧的区域，说明积分计算中哪些部分相互抵消，而面积计算为什么不能抵消。再补充负值函数作为对照：在区间$[0,1]$上，函数$f(x)=-1$的定积分为-1，其图像、横轴及区间端点处的竖直直线所围区域的面积为1。学生据此归纳，在$a<b$且函数连续、非负时，定积分可表示相应的几何面积；函数有正有负时，面积需按符号分段计算，或对函数的绝对值积分。

应用教学可继续沿用运动情境，例如设物体沿直线运动，在0至3秒内，速度由-1米/秒均匀增加至2米/秒，要求学生分别求位移和路程，并解释负速度的含义。由于速度在第1秒末为零，随后改变符号，求位移时应保留两段速度的正负，结果为1.5米；求路程则须将两段运动长度相加，结果为2.5米。学生需要结合分段位置、量纲和运动方向说明两种结果的差别，教师也可让工具改变初速度或时间区间拟写补充练习，但应先独立求解，确认变式仍然用于辨析位移与路程的关系。

课后订正需要让学生重新审视原来的判断，例如，对“积分值为0，所以面积也为0”这一错误表述，要求学生说明混淆了哪两个量，并借助图像或分段计算完成修改。如果学生仍不能解释两者的差别，教师可从检查函数符号开始提供提示，引导其判断是否需要分段，再分别列出积分值与面积的表达式。提示可以借助工具拟写，但是否继续提供下一步帮助，需要看学生能否补充自己的分析，完整解答则在独立尝试和订正之后用于核对。

例如，学生把对称区间上的零积分直接当作零面积时，第一步只提示“分别判断横轴两侧的函数符号”；第二步在学生完成符号判断后追问“积分与面积如何处理负值部分”；第三步再要求其写出两个量的表达式并解释差异。每次提示后均保留学生的新作答，若已能独立说明理由，则停止追加提示。教师复核提示时还需避免提前透露数值结果，以免学生跳过判断过程。

为判断学生在订正后是否掌握了相应的判断依据，可保持第二项任务中的函数不变，将区间改为从-1到2，让其重新计算并解释。该题的积分值为1.5，几何面积为2.5，学生需要说明负值部分在两种计算中的处理方式，并解释为什么不能沿用对称区间上的零积分结论。教师将这道变式题与首次作答、订正理由对照，便可进一步判断学生能否独立运用条件；对于仍然只能复述提示的回答，则需要通过追问或个别讲解继续澄清概念。

4.教学实施与评价

生成式人工智能拟写的数学材料可能遗漏必要条件或误用符号，教师在采用前需要结合教材进行核对，判断这些细节是否影响结论的成立。定义和定理的审核应围绕前提与结论展开，应用题还须确认情境、量纲和结果解释是否一致；对于有意设置的错误表述，则应准备相应的正确解释，以便学生在比较中理解错误发生的原因。变式题还需由教师独立求解，因为参数变化可能改变函数的符号、积分区间或方法的适用条件，仅凭题面相似并不能判断两题是否具有相同的考查重点。

工具使用要求需要与具体任务一并说明，使学生知道哪些部分应独立完成、遇到什么困难后可以获取提示，并在使用时保留原始思路及采纳理由。教师将这些记录与后续作答对照，才能了解提示帮助学生解决了什么问题，评价中的具体判断依据见表1。线上作业还可配合课堂追问，检查学生能否重新说明关键条件；过程记录则保留支持这种判断的内容即可，避免把文字完整或交互次数多当作理解充分的依据。

工具能否扩大使用，需要结合教师的审核时间和学生获得提示后的表现来判断，因此可先选择一个单元，检查作答整理是否便于复核、提示能否帮助学生继续分析，再据此调整后续安排。已经审核的任务可以留存复用，但不同班级的基础和教学目标可能有

所变化，复用时仍需重新检查材料的适用性，而不能把一次核查视为长期有效。

后续实施可围绕同一学习目标设置难度相近的前测与后测，分别记录列式是否正确、理由是否完整及是否依赖提示，并辅以延后进行的独立变式任务。教师同时记录作答整理、材料审核和个别追问所需时间，分析教学收益与实施负担。分析时还应统一评分标准与提示条件。若开展班级间比较，还应说明学生基础、教学时长和任务差异，避免将成绩变化直接归因于工具使用；本设计尚未提供此类实证结果。

表1.定积分教学任务与理解判断依据

教学任务	检查重点	独立理解的表现
位移近似和	时间长度与分割细度	能解释每项为何乘以时间；能区分分段数增加与最大子区间长度趋零。
积分值与面积	正负抵消与区域面积	能找出变号位置，分别列式，并说明负值部分在两种计算中的处理方式。
位移与路程	运动方向与量纲	能说明负速度代表方向，解释两段路程须相加，并核对结果单位。
改变区间的变式	判断依据的迁移	改变区间后能独立重新列式，并解释为什么不能沿用零积分结论。

5.结语

本文以定积分教学为例，将生成式人工智能辅助整理作答、准备材料和拟写提示的功能纳入混合式教学，通过课前回答选择讨论问题，再以课后修改理由和变式解释继续检查理解，使工具的使用对应具体的教学任务。在这一安排中，教师负责数学内容的审核和教学调整，学生保留独立分析与表达的任务；设计本身尚不能说明实际教学效果，后续仍需结合相近难度任务的前后表现及教师审核时间，考察其教学价值和实施负担。

参考文献

[1] 许鹏飞，公徐路，张权义.基于BOPPPS模式的高等数学混合式教学设计与实践[J].大学数学，2025，41（4）：114-119.
[2] 孙德红，徐金平，吕同富.应用型本科高校高等数学课程“五项融合模式”教学探索与实践[J].大学数学，2025，41（6）：50-56.
[3] 邵虎，邵枫，朱士信.基于人工智能辅助大学数学公共基础课教学内容改革实践与探索[J].大学数学，2025，41（3）：26-31.
[4] 李继成.人工智能时代大学数学课程教学守正与创新的思考[J].大学数学，2026，42（2）：1-5.
[5] 何珊云，沈演.学会提问：大学生与生成式人工智能协同学习模式的研究[J].华东师范大学学报（教育科学版），2025，43（2）：34-48.
[6] 夏雪梅.生成式人工智能在项目化学习课堂中的使用分析：框架与实证[J].华东师范大学学报（教育科学版），2026，44（6）：78-91.
[7] 何克抗.从Blending Learning看教育技术理论的新发展（上）[J].中国电化教育，2004（3）：5-10.
[8] 朱俊华，许璐瑶，马近远.生成式人工智能如何赋能学生学习——基于大学生自我调节学习行为的实证研究[J].高等工程教育研究，2025（2）：66-72.
[9] 汪靖，陈恬妮，杨玉芹.思维与调节的融合共创：生成式人工智能支持的人智交互过程与模式研究[J].中国电化教育，2024（8）：45-55.
[10]姚荣，王倩.生成式人工智能教育应用的风险及其法律规制[J].清华大学教育研究，2025，46（6）：131-142.