

# 新工科背景下高等数学多元化过程考核体系的构建与实践研究

谷雅娟

北京信息科技大学理学院, 北京

收稿日期: 2026年2月4日; 录用日期: 2026年3月2日; 发布日期: 2026年3月10日

## 摘要

为应对新工科建设对工科人才创新能力培养的新要求, 针对传统高等数学考核方式“重理论、轻应用、轻过程”的弊端, 本研究基于成果导向教育(OBE)理念, 系统构建了一套“四维一体”的高等数学多元化过程考核体系。该体系通过“基础表现-过程测评-拓展实践-综合检验”四维联动架构, 将专业融合、数学建模、信息技术与课程思政有机嵌入考核全过程。在北京信息科技大学历时一年半、覆盖1934名学生的系统性实践中, 采用“试点-推广-优化”路径, 依托混合式教学平台稳步实施。本研究为高等数学课程考核改革提供了可复制、可调整的系统解决方案。

## 关键词

新工科, 高等数学, 过程考核, 多元化评价, OBE理念, 课程思政, 四维一体

# Construction and Practical Research on a Diversified Process Assessment System for Advanced Mathematics in the Context of Emerging Engineering Education

Yajuan Gu

College of Applied Science, Beijing Information Science & Technology University, Beijing

Received: February 4, 2026; accepted: March 2, 2026; published: March 10, 2026

## Abstract

To address the new requirements for cultivating innovative capabilities in engineering talents

under the framework of emerging engineering education, and to counter the shortcomings of traditional advanced mathematics assessment methods, which are characterized by “overemphasizing theory while neglecting application and process”, this study systematically constructs a “four-dimensional integration” diversified process assessment system for advanced mathematics based on the concept of Outcome-Based Education (OBE). Through its “foundational performance, process evaluation, extended practice, comprehensive examination” four-dimensional interactive structure, this system seamlessly integrates disciplinary convergence, mathematical modeling, information technology, and ideological-political education into the entire assessment process. In a systematic implementation at Beijing Information Science and Technology University spanning one and a half years and covering 1934 students, the assessment system was steadily carried out via a “pilot-promotion-optimization” approach, supported by a blended teaching platform. This study provides a replicable and adaptable systematic solution for the reform of advanced mathematics course assessment.

## Keywords

New Engineering Education, Advanced Mathematics, Process-Based Assessment, Diversified Evaluation, OBE Concept, Ideological and Political Education in Curriculum, Four-Dimensional Integration

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

高等数学作为工科人才培养的基石课程，其教学与评价模式直接影响着学生的逻辑思维、科学素养与工程创新能力[1]。随着“新工科”建设的深入推进，工程教育目标已从知识传授向能力本位、创新引领和价值塑造综合转型[2]。然而，当前许多高校的高等数学考核仍深陷“期末一张卷”的传统模式，存在重结果轻过程、重理论轻应用、重计算轻思维、重统一轻差异、重知识轻育人的突出问题[3][4]。这种评价导向易导致学生陷入“平时松懈、考前突击”的恶性循环[5]，催生作业抄袭、应付考勤等形式主义学习行为[6]，无法准确评估新工科所需的创新与实践能力[7]，更抑制了学生的学习内驱力。

虽然过程性考核与多元化评价理念已获广泛关注[8][9]，但多数实践或偏重形式多样而忽视与教学内容的深度融合，或设计精巧但操作复杂、推广困难。尤其在如何系统性地将专业应用、信息技术、思政育人融入考核，并保障其公平性、可操作性及持续改进机制方面，仍有待深入探索[10][11]。

因此，本研究以 OBE 理念为纲领，旨在超越单一考核形式的增减，构建一个目标层、过程层、反馈层完整的系统化考核体系。该体系着重解决：考核如何与专业应用深度融合、如何利用信息技术实现高效过程管理、如何设计差异化任务满足多元需求、以及如何建立有效的反馈与改进机制等核心难题。通过在北京信息科技大学开展系统的教学实践，验证其有效性，以期为同类院校的数学课程改革提供可复制、可推广的实践范式。

## 2. 体系构建：理念、框架与创新设计

### 2.1. 核心理念与设计原则

本体系以成果导向(OBE)、过程性评价、融合发展为三大核心理念，遵循以下设计原则：

- 导向性原则：考核紧密对接新工科人才培养目标和课程学习成果。
- 公平性与可操作性原则：考核标准清晰统一，兼顾实际教学条件与师生负担。
- 多元化与差异化原则：采用多种考核形式覆盖不同能力维度，提供选择空间。
- 融合性与育人性原则：将专业应用、数学建模、信息技术及课程思政自然融入考核。

## 2.2. “四维一体”考核模型框架

基于上述理念，设计并实施了如表 1 所示的“四维一体”考核模型。该模型将总成绩分解为四个相互支撑的维度，具体见表 1。

**Table 1.** “Four-Dimensional Integration” assessment model framework and content

**表 1.** “四维一体”考核模型框架与内容

考核维度	考核内容与形式	权重	核心考察目标
学习基础表现	课堂互动、出勤、常规作业	20%	学习态度、学习习惯
阶段过程测评	线上单元测验、期中闭卷考试	30%	知识阶段性掌握、即时反馈能力
拓展实践任务	数学建模、软件应用、思维导图绘制	附加分 (最高 10 分)	创新思维、实践应用、技术工具使用
期末综合检验	闭卷笔试	50%	知识系统整合

## 2.3. 设计说明与创新融合

本体系在设计上充分借鉴了相关研究的优点并进行了系统整合与创新：

- 专业融合导向：引入“专业应用初探报告”，要求学生在学习初期建立数学与专业的关联[12]。
- 信息技术赋能：依托学习平台实现全流程数字化管理，解决教师工作负荷问题[13]。
- 差异化与能力导向：提供四类拓展任务供学生选择，尊重个体差异[14]。
- 考核结构优化：降低期末权重至 50%，增加应用型、开放性试题[15]。

## 2.4. 成绩评定与反馈机制

为确保评价的科学性、公平性与教育性，本体系建立了配套机制：

- 过程透明：成绩实时公布，错题即时反馈。
- 反馈闭环：提供个性化学习诊断报告，驱动教学改进。

## 3. 实施路径：混合式教学支撑与渐进式改革

### 3.1. 混合式教学提供全过程场景

考核体系深度嵌入以“超星学习通”为核心的混合式教学模式：

- 课前(线上)：发布微课、预习测试。
- 课中(线下)：重点讲解、案例研讨、小组分享。
- 课后(线上线下)：发布分层作业、建模项目，在线批阅反馈。

### 3.2. “试点 - 推广 - 优化”三阶段路径

采用渐进式策略，历时三个学期覆盖学生从 638 人扩展至 1934 人。每阶段结束后均进行系统评估并动态调整。具体推进过程见表 2。

2023年9月~2024年1月,《高等数学A1》的课程中,项目首先在北京信息科技大学机电学院、光电学院与自动化学院等工科专业的大一学生中开展实践。机电学院、光电学院与自动化学院2023级所在的7个教学班作为实验组,另外4个学院所在的8个教学班作为对照组。实验组采用多元化过程考核方式,对照组沿用传统考核模式。通过一学期的课程教学,采集学生课堂参与、作业完成、测验成绩、期末成绩以及学生反馈问卷数据,全面评估改革方案的实施效果。

2024年2月~2024年7月,在《高等数学A2》课程中,将过程化考核推广到高数A普通班共15个教学班。进一步,2024年9月《高等数学》过程化考核方案进一步进行优化升级,将期末考试的卷面成绩权重由60%降至50%,更注重学习过程。

**Table 2.** Progress of diversified process assessment reform in engineering advanced mathematics

**表 2.** 工科高等数学多元化过程考核改革进程表

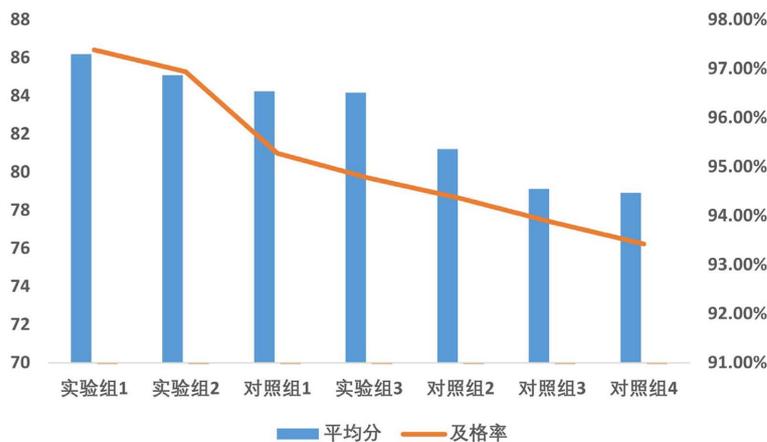
考核方式	2023.09 以前	2023.09~2024.01	2024.02~2024.07	2024.09~至今
学习表现	20%	10%	10%	20%
阶段小测	0	15%	15%	15%
期中考试	20%	15%	15%	15%
期末考试	60%	60%	60%	50%
涉及范围	0	3个学院 7个教学班	7个学院 15个教学班	全部教学班

备注:拓展实践任务作为附加分计入学习表现。

## 4. 教学实践与分析

### 4.1. 实验组与对照组对比分析

在实行多元化过程考核的第一阶段(2023年9月~2024年1月),实验组3个学院采用多元化过程考核方式,对照组4个学院沿用传统考核模式。我们对比分析了实验组与对照组的期末总评成绩发现,实验组3个学院的平均分和及格率整体高于对照组4个学院的平均分和及格率,体现了多元化过程考核促进学生学习效果显著,具体如图1所示。



**Figure 1.** Comparison of final exam scores between the experimental group and the control group

**图 1.** 实验组与对照组的期末成绩对比图

该考核模式体现出以下三方面优势：

- 增强学生学习主动性：多元化的过程考核引导学生更加注重平时学习积累与阶段性成果，有效激发了其内在学习动力与探究兴趣。
- 加强教学互动与反馈：教师能够更及时地掌握学生学习进展与困难，并提供针对性指导，从而建立起更紧密、更及时的师生交流机制。
- 实现能力综合评价：通过课堂表现、项目作业、小组讨论、阶段性测试等多种形式，对学生数学基础、逻辑思维及实际应用能力进行多维度评估，使评价结果更全面、客观。

## 4.2. 调查问卷分析

为客观评估多元化过程考核体系的实施效果，高等数学教学团队于 2024 年 7 月(学期末)面向参与改革的全体 1934 名学生发放了匿名电子问卷，回收有效问卷 1827 份，有效回收率 94.5%。问卷围绕“体系认同度”“维度有效性”“能力提升”三个维度展开调研。

如图 2 所示，对“我对本学期的高等数学过程化考核方式总体满意度”这一题项，累计 89.10% 的学生选择了“非常满意”或“满意”。这表明，经过一年的试点与推广，改革举措已获得绝大多数学生的理解与支持。

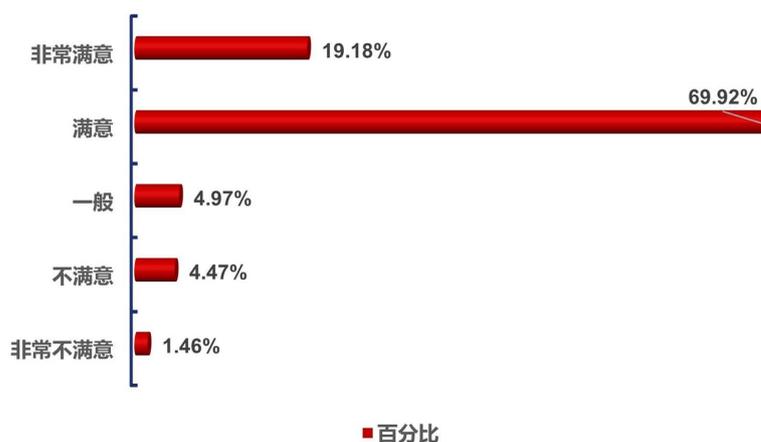


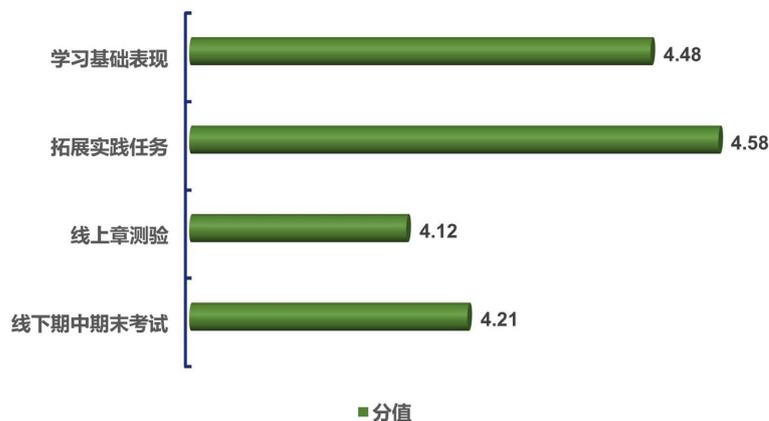
Figure 2. Students' overall satisfaction on the "Four-Dimensional Integration" assessment system  
图 2. 学生对“四维一体”考核体系的整体满意度

图 3 呈现了学生对四个考核维度的评分均值。数据显示，“拓展实践”维度得分最高(4.58/5.0)，显著高于传统“学习基础表现”维度(4.48/5.0)和“线下期中期末考试”维度(4.21/5.0)。学生在开放性留言中普遍表示：“做建模项目虽然难，但比单纯做题有意思，能看到数学有什么用。”值得注意的是，“线上章测验”维度得分相对较低(4.12/5.0)。深入分析发现，主要原因在于章测验通过学习通线上平台进行，学生对考试的客观性和公平性有质疑。

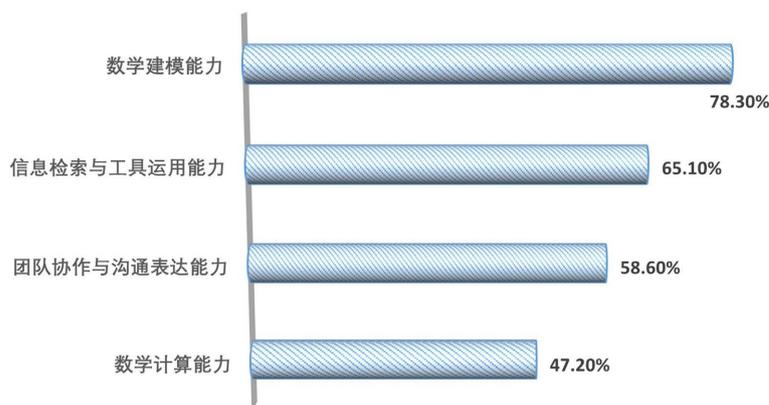
根据调查问卷分析，2024 年 9 月《高等数学》过程化考核方案进一步进行优化升级，“拓展实践”作为附加分计入学习表现，学习表现占比由 10% 提升至 20%；将期末考试的卷面成绩权重由 60% 降至 50%，更注重学习过程。

在“通过本学期的学习与考核，你认为自己哪些方面的能力得到了提升？”(多选)这一题项中，学生选择比例最高的三项依次是(见图 4)：数学建模能力(78.3%)、信息检索与工具运用能力(65.1%)、团队协作与沟通表达能力(58.6%)。而“数学计算能力”仅位列第四(47.2%)。这印证了考核改革确实起到了从“知

识记忆”向“能力迁移”引导的指挥棒作用。



**Figure 3.** Students' ratings on the four assessment dimensions  
**图 3.** 学生对四个考核维度的评分



**Figure 4.** Student ability improvement analysis chart  
**图 4.** 学生能力提升分析图

### 4.3. 案例分析

为落实“专业融合”理念，在多元函数微分学模块，我们针对机械类专业学生设计了“曲柄滑块机构运动规律分析”拓展实践考核任务。

任务要求：学生需建立曲柄滑块机构的数学模型，利用多元函数求极值的方法，求解机构的最佳传动角与杆长比例，并撰写不少于 2000 字的科技小论文。

实施流程：

第一周：教师在平台上发布任务书，提供机构简图及参考参数，学生 3 人自由组队。

第二周：各小组提交数学建模思路(5%)，教师线上反馈指导。

第三周：小组完成 MATLAB 数值仿真与理论推导，提交最终报告与答辩 PPT。

第四周：随机抽取 20% 的小组进行课堂答辩，其余小组接受教师随机质询。

评价量规：采用多维度量规，数学模型准确性(40%)、求解过程严谨性(30%)、专业结合深度(20%)、报告规范性(10%)。

**总结难点与挑战：**

- 学生层面：学生习惯了刷题考试，面对开放性问题不知从何下手；小组合作中个别成员参与度低。
- 教师层面：拓展实践考核任务带来大量作业批改、答辩组织工作，教师工作量激增。

#### 改进措施：

- 为学生搭建“脚手架”：针对学生畏难情绪，建立了优秀案例库与半结构化任务模板。在任务发布初期，提供过往优秀学生作品作为参考，并给出“问题分析 - 模型假设 - 建立方程 - 求解验证”的标准研究框架，引导学生逐步深入。
- 引入“助教 - 机器”协同反馈机制：依托混合式教学平台，一方面选拔高年级数学建模竞赛获奖研究生担任课程助教，承担基础性报告的初审与格式校对；另一方面利用平台的智能批改接口，对 Matlab 代码规范性、数值计算结果进行自动校验，使专职教师能聚焦于高阶思维与创新点的评判。

## 5. 总结与未来方向

本研究构建并实践了一套以 OBE 理念为引领、以“四维一体”为框架的多元化过程考核体系。系统性实践表明，该体系能有效提升学业成绩、改善学习生态、激发学习内驱力，并促进课程思政落地。本模型提供了可解析、可调整的系统框架，各院校可根据自身条件进行本土化重构，具有较强的普适性与推广价值。本研究阐述了工科高等数学多元化过程考核体系的构建理念与实施路径，并经教学实践证实其积极效果。该模式在提升学生学习投入度、促进教学相长、实现能力导向评价等方面具有显著作用，为高等数学教学改革提供了有益参考。后续研究将继续探索工科数学教学创新的更多可行路径，以更好地服务于学生综合能力培养与教育教学质量提升。

## 基金项目

本文受北京信息科技大学校级教育改革立项项目“工科高等数学多元化过程考核方式的研究与实践——以培养学生的综合能力为核心”资助，项目编号 2023JGYB42。

## 参考文献

- [1] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
- [2] 吴振英. 新工科背景下高等数学课程教学改革探索[J]. 高等工程教育研究, 2022, 8(21): 144-147.
- [3] 白忠玉. 新建应用型本科高校“高等数学”考核评价体系改革与实践[J]. 教育现代化, 2025, 12(23): 112-115.
- [4] 何国亮, 何琳, 曲双红. 基于在线测试平台的高等数学过程性评价研究[J]. 高教学刊, 2020(13): 69-72.
- [5] 李吉娜, 张喆, 钱德亮. 《高等数学》课程过程性考核的探索与实践[J]. 佳木斯职业学院学报, 2020, 36(3): 131-132.
- [6] 李艳凤, 朱桂英, 杨洪, 等. 基于过程考核的高等数学课程考核方式研究[J]. 科学技术创新, 2017(15): 153.
- [7] 温启军, 肖玉山. 基于全过程考核的高等数学课程考试方式改革的认识与实践[J]. 吉林教育学院学报, 2011, 27(9): 85-87.
- [8] 李广玉. 课程思政理念指导下的高等数学过程考核实施方案[J]. 高等数学研究, 2022, 25(1): 124-127.
- [9] 郭竹梅. 基于过程性评价的应用型高校高等数学考核方式研究[J]. 宁波工程学院学报, 2018, 30(3): 120-124.
- [10] 王俊彦. 高等数学混合模式教学改革研究[J]. 现代教育技术, 2022, 32(9): 27-29.
- [11] 卢丑丽, 鲁官有. 应用型本科背景下高等数学混合式教学改革研究[J]. 教育观察, 2022, 11(29): 63-66.
- [12] 刘会彩. 数学建模思想在高等数学教学改革中的应用探究[J]. 产业与科技论坛, 2022, 21(18): 134-135.
- [13] 顾颖, 陆海霞. 思维导图辅助下高等数学翻转课堂教学模式改革初探[J]. 内江科技, 2022, 43(9): 151-152.
- [14] 郭萍. 基于过程性评价的高等数学考核方式的改革与研究[J]. 青海师范大学学报(自然科学版), 2018, 34(4): 77-81.
- [15] 蒋海凤, 刘月. 高等数学理论教学过程考核分层的几点探讨[J]. 科技资讯, 2008(33): 153.