

Teaching Reform of Advanced Mathematics: Concepts, Approaches, and Exploration

高等数学教学改革：理念、路径与探索

魏红军 著



International
Union of Scientific and
Technological Scholars

CIP INFORMATION

Title: Teaching Reform of Advanced Mathematics: Concepts, Approaches, and Exploration

题目：高等数学教学改革：理念、路径与探索

Author: Hongjun Wei

作者：魏红军

ISBN: 979-8-90040-424-0

Publisher: CYPEDIA INTERNATIONAL UNION OF SCIENTIFIC AND
TECHNOLOGICAL SCHOLARS

Price: \$60.00

定价：60 美金



**International
Union of Scientific and
Technological Scholars**

**Teaching Reform of Advanced Mathematics: Concepts, Approaches, and
Exploration**

高等数学教学改革：理念、路径与探索

Address: 100 N Howard St Ste R, Spokane, Wa, 99201. United States

Tel: +888-754-5177

Email: contact@cypedia.net

Format: 170mmx240mm 1/16 Sheets: 15

Word Counts: 200.000

Edition: First edition in July 2026

Printing: First printing in July 2026

**CYPEDIA INTERNATIONAL UNION OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL
SCHOLARS**

非开放获取·电子版请联络出版社购买·版权归出版社所有·侵权必究

Not Open Access. For the electronic version, please contact the publisher for purchase. The copyright belongs to the publisher.
Infringement will be prosecuted.

高等数学作为高等教育中一门重要的基础核心课程，不仅是培养学生逻辑思维、抽象思维与创新能力的关键载体，更是衔接基础教育与专业教育、支撑新工科、新医科、新农科发展的重要基石。其教学质量直接关系到高等教育人才培养的整体水平，关系到学生核心素养的提升与终身发展，在高等教育体系中占据着不可替代的重要地位。

随着新科技革命与高等教育改革的不断深化，新工科背景下各专业对人才的数学素养、应用能力提出了更高要求，传统高等数学教学模式已难以适应新时代的育人需求。当前，我国高等数学教学仍面临诸多现实挑战：课程体系固化，与专业需求脱节；教学模式单一，多以知识传授为主，忽视学生能力培养；信息技术与教学融合不够深入，未能充分发挥数字化赋能作用；评价体系僵化，难以全面反映学生的学习过程与综合能力；教师专业发展滞后，教学创新能力有待提升，这些问题严重制约了高等数学教学质量的提升与育人价值的实现。

教学改革是破解高等数学教学困境、提升育人质量的根本路径。高等数学教学改革不是简单的内容调整或方法改进，而是一场涵盖理念、体系、模式、评价、保障等多方面的系统性变革，需要立足育人本质，聚焦学生发展，兼顾理论性与应用性、通识性与专业性，推动教学从“知识传授”向“能力培养”“素养提升”转型。在此背景下，系统梳理高等数学教学改革的理论与实践，构建科学、系统、可操作的改革路径体系，具有重要的理论价值与教学实践意义。

基于此，本书立足我国高等数学教学实际，结合新工科背景与高等教育改革要求，借鉴国内外先进教学改革经验，以“理念创新引领路径探索，实践探索完善改革体系”为核心思路，精心编撰而成。全书共十章，逻辑严密、内容全面：第一章至第二章梳理历史脉络、明确改革理念，奠定理论基础；第三章至第七章聚焦核心实践，分别探讨课程体系重构、课堂模式创新、信息技术融合、数学思想渗透与应用能力培养；第八章至第九章完善保障体系，

涵盖评价改革与教师专业发展；第十章展望未来，分析改革趋势与发展路径。

本书编写过程中，始终坚持理论与实践相结合、继承与创新相统一，既注重系统阐释教学改革核心理念与理论支撑，又融入大量高校教学改革典型案例，拆解改革路径与实操方法，突出内容的针对性、实用性与前瞻性；同时紧跟高等教育改革步伐，贴合各专业对数学教学的需求，力求为高等数学教师提供切实可行的实践指引，为高等教育研究者提供系统的理论参考，助力推动高等数学教学改革向纵深发展，构建具有中国特色、适应新时代需求的高等数学教育体系，培养具备数学素养、创新能力与实践能力的新时代高素质人才。

高等数学教学改革是一个持续探索、不断完善的动态过程，加之不同高校、不同专业的教学实际存在差异，新科技、新理念对教学改革的影响持续深化，书中内容难以穷尽所有改革场景与实践细节，加之作者研究视角的局限性，难免存在不足之处。

限于作者水平，书中难免存在疏漏及不妥之处，敬请读者批评指正。

——作者

第一章 高等数学教育的历史演进与现实挑战·····	1
第一节 高等数学课程的发展脉络与时代特征·····	1
第二节 国内外高等数学教育的比较研究·····	7
第三节 新工科背景下高等数学的育人定位·····	13
第四节 当前高等数学教学面临的主要问题·····	18
第二章 高等数学教学改革的理念创新·····	23
第一节 以学生发展为中心的教学理念重构·····	23
第二节 数学核心素养的内涵与培养目标·····	28
第三节 从知识传授到能力培养的范式转变·····	35
第四节 数学文化与科学精神的融合育人价值·····	44
第三章 高等数学课程体系的重构与优化·····	49
第一节 模块化课程体系的设计原则·····	49
第二节 分层分类教学的课程设置策略·····	55
第三节 专业需求导向的教学内容整合·····	61
第四节 通识教育与专业教育的平衡路径·····	68
第四章 课堂教学模式的创新实践·····	75
第一节 启发式教学与探究性学习的融合·····	75
第二节 问题驱动教学法的课堂实施·····	80
第三节 翻转课堂在高等数学中的应用·····	88
第四节 混合式教学模式的设计与优化·····	95
第五章 信息技术与数学教学深度融合·····	103
第一节 数字化教学资源的开发与应用·····	103
第二节 数学软件在教学中的辅助作用·····	108

第三节 在线学习平台的建设与使用	113
第四节 人工智能赋能个性化教学探索	118
第六章 数学思想方法的教学渗透	125
第一节 数学抽象与建模思想的培养	125
第二节 逻辑推理与证明能力的训练	130
第三节 直观想象与几何思维的启发	134
第四节 数学思想方法的教学设计策略	139
第七章 应用能力培养的路径探索	145
第一节 数学建模竞赛与创新能力培养	145
第二节 案例教学在数学应用中的价值	150
第三节 跨学科融合的项目式学习设计	155
第四节 实际问题解决能力的系统训练	160
第八章 学习评价体系的改革实践	167
第一节 过程性评价的实施方法与工具	167
第二节 多元化考核方式的探索应用	172
第三节 学业质量标准的校本化建构	179
第四节 评价结果反馈与教学改进机制	183
第九章 教师专业发展与教学能力提升	191
第一节 高等数学教师的知识结构更新	191
第二节 教学研究能力的培养路径	196
第三节 教学团队建设的组织策略	202
第四节 教师发展支持体系的构建	207
第十章 高等数学教学改革的未来展望	213
第一节 新科技革命对数学教育的挑战	213
第二节 终身学习理念下的课程定位	217
第三节 国际视野下的人才培养模式创新	222
第四节 中国特色高等数学教育的发展路径	226
参考文献	231

第一章 高等数学教育的历史演进与现实挑战

第一节 高等数学课程的发展脉络与时代特征

我国高等数学课程的发展，历经数十年的探索与优化，从初期的模仿借鉴到逐步本土化创新，从单一的知识传授到兼顾能力培养与价值引领，其课程设置、教学内容与教学目标始终与高等教育的发展阶段、时代需求紧密关联。梳理这一发展脉络，分阶段剖析不同时期的核心特征，总结发展规律，能够为新时代高等数学教学改革提供宝贵的历史借鉴，更好地把握课程发展的时代方向。

一、我国高等数学课程的发展历程梳理

我国高等数学课程的发展大致可分为四个关键阶段，每个阶段均呈现出鲜明的时代印记，课程设置、教学内容与教学目标随着高等教育的发展与国家需求的变化不断优化，逐步形成了具有中国特色的高等数学课程体系。

（一）起步奠基阶段（1949年—1977年）

新中国成立初期，我国高等教育处于起步阶段，高等数学课程主要借鉴苏联的教育模式，核心目标是为国家工业化建设培养具备基础数学能力的专业人才。这一阶段，高等院校的高等数学课程设置较为统一，主要面向理工科专业，文科、艺术类专业基本不开设高等数学课程。教学内容以经典微积分、线性代数为核心，侧重基础知识的传授与基本运算能力的培养，内容体系较为单一，注重理论的系统性，但与实际应用结合不够紧密。教学目标聚焦于让学生掌握高等数学的基本概念、基本定理与基本运算方法，为后续专业课程的学习奠定数学基础，满足国家工业化建设对基础人才的迫切需求。这一阶段的课程发展，为我国高等数学教育奠定了初步基础，形成了“重视基础、强调运算”的教学传统，但也存在课程设置僵化、教学内容脱离实际、缺乏本土化创新等问题。

（二）恢复发展阶段（1978年—2000年）

改革开放后，我国高等教育进入恢复与快速发展阶段，高等数学课程也迎来

了第一次重大改革。这一阶段，随着高等院校招生规模的扩大与专业设置的多样化，高等数学课程的覆盖面逐步扩大，除理工科专业外，部分文科、经管类专业也开始开设高等数学课程，课程设置逐步体现出差异化。教学内容在保留经典微积分、线性代数核心内容的基础上，增加了概率统计、常微分方程等相关内容，丰富了课程体系，同时开始注重数学知识与实际应用的结合，引入了一些与工程、经济、管理相关的案例，打破了“重理论、轻应用”的局限。教学目标从单一的知识传授，逐步转向“知识传授与能力培养相结合”，注重培养学生的逻辑思维能力、运算能力与初步的应用能力，适应了改革开放后国家经济社会发展对各类专业人才的需求。这一阶段，高等数学教材逐步实现本土化编写，形成了一批具有代表性的教材，课程教学逐步走向规范化，但课程体系仍存在模块化不足、与专业需求适配性不强等问题。

（三）改革深化阶段（2001 年—2015 年）

进入 21 世纪，我国高等教育进入大众化发展阶段，高等数学课程改革进一步深化，核心是适应高等教育大众化、专业化发展的需求，提升课程的适配性与实效性。这一阶段，课程设置呈现出“分层分类”的特点，根据不同专业、不同层次学生的需求，设置了不同难度、不同侧重点的高等数学课程，如理工科专业的高等数学（一）、经管类专业的高等数学（二）、文科专业的高等数学（三）等，逐步打破了课程设置的统一性。教学内容进一步优化，删减了一些过于晦涩、与实际应用关联不大的理论内容，增加了数学建模、数值计算等应用型内容，强化了数学知识与专业课程的衔接，注重培养学生的应用能力与创新意识。教学目标明确提出“培养学生的数学素养、逻辑思维能力、应用能力与创新能力”，推动高等数学课程从“工具性”向“素养性”转变。同时，教学方法开始逐步创新，多媒体教学、案例教学等方法逐步应用于课堂，打破了传统“填鸭式”教学的局限，但改革仍存在不均衡性，部分院校的教学模式仍较为传统，应用导向不够突出。

（四）提质创新阶段（2016 年至今）

2016 年以来，随着新工科、新文科建设的提出与推进，高等数学课程进入提质创新阶段，核心是适应新时代高等教育内涵式发展的需求，赋能专业人才培养。这一阶段，课程设置更加注重与专业需求的深度融合，针对不同专业的人才培养目标，优化课程内容体系，增设与专业紧密相关的数学模块，实现“数学课

程与专业课程协同育人”。教学内容突出“基础性、工具性、创新性与交叉性”，在保留核心知识的基础上，融入大数据、人工智能等新兴领域的数学应用内容，强化数学建模与数值计算能力的培养，注重培养学生运用数学知识解决实际问题的能力。教学目标聚焦于“夯实数学基础、培养创新能力、强化应用导向、赋能专业发展”，推动高等数学课程与专业教育、创新创业教育深度融合。同时，信息技术与教学的融合不断深化，线上线下混合式教学、翻转课堂等新型教学模式广泛应用，教学评价方式也逐步向多元化、过程化转变，课程改革逐步走向精细化、高质量发展，但仍面临着诸多挑战，需要进一步优化完善。

二、新时代高等数学课程的时代特征

新时代背景下，随着新工科、新文科建设的深入推进，高等教育的人才培养目标发生了深刻变化，高等数学作为核心基础性课程，也呈现出鲜明的时代特征，既坚守自身的基础性地位，又主动适配时代需求，实现了工具性与素养性、基础性与创新性、单一性与交叉性的有机统一。

（一）基础性：筑牢专业人才培养的数学根基

高等数学的基础性是其核心特征，也是其在高等教育中不可替代的价值所在。新时代，无论新工科、新文科建设如何推进，专业人才培养的核心需求之一仍是夯实数学基础。高等数学所涵盖的微积分、线性代数、概率统计等核心内容，是理工科、经管类，甚至部分文科专业后续专业课程学习的重要基础，是学生理解专业知识、解决专业问题的数学工具。例如，理工科专业的力学、电学、计算机科学等课程，需要借助微积分、线性代数的知识进行理论推导与数值计算；经管类专业的经济学、管理学等课程，需要运用概率统计、线性规划等知识进行数据分析与决策优化。因此，新时代高等数学课程始终坚守基础性原则，不断优化核心知识体系，确保学生掌握扎实的数学基础知识与基本技能，为后续专业学习与职业发展筑牢根基。

（二）工具性：赋能专业发展与实际问题解决

新时代高等数学课程的工具性特征更加凸显，核心是发挥数学作为“思维工具”与“应用工具”的作用，赋能学生专业发展与实际问题解决。随着科技的快速发展，数学在各个领域的应用越来越广泛，从工程技术、信息技术到经济管理、社会科学，都离不开数学知识的支撑。高等数学课程不再是单纯的知识传授，而

是注重培养学生运用数学知识解决实际问题的能力，通过引入专业相关的案例、开展数学建模实践等方式，让学生掌握运用数学工具分析问题、解决问题的方法，实现“学以致用”。例如，在计算机专业的高等数学教学中，融入矩阵运算、概率统计在人工智能、大数据分析中的应用案例；在经管类专业的教学中，引入线性规划在资源配置中的应用案例，让数学知识真正成为学生专业发展的“助推器”。

（三）创新性：契合创新人才培养的核心需求

新工科、新文科建设的核心目标是培养具有创新精神与创新能力的高素质人才，高等数学课程作为基础核心课程，其创新性特征日益凸显。新时代高等数学课程的创新性，主要体现在两个方面：一是教学内容的创新，融入新兴领域的数学知识与应用案例，如大数据分析、人工智能、量子计算等相关的数学基础内容，拓宽学生的数学视野，培养学生的创新思维；二是教学模式的创新，打破传统“填鸭式”教学模式，采用探究式、合作式、项目式等教学方法，引导学生主动思考、大胆探索，培养学生的逻辑思维能力、创新意识与创新能力。例如，通过开展数学建模竞赛、创新创业项目等活动，让学生在实践中运用数学知识解决实际问题，激发学生的创新潜力，契合新时代创新人才培养的需求。

（四）交叉性：推动多学科融合与协同育人

新时代高等教育的发展趋势是多学科交叉融合，高等数学课程作为一门基础性课程，其交叉性特征日益突出，成为推动多学科融合与协同育人的重要纽带。高等数学的知识体系能够为不同学科提供共同的数学基础与思维方法，推动数学与工程、计算机、经济、管理、文科等学科的深度融合。例如，数学与计算机科学融合，形成了计算数学、人工智能等新兴学科；数学与经济学融合，形成了计量经济学、数理经济学等交叉学科；数学与文科融合，推动了人文社科领域的量化研究。高等数学课程通过优化内容体系、增设交叉性教学模块，培养学生的跨学科思维能力，为多学科交叉融合人才的培养提供支撑，实现“数学赋能多学科、多学科融合促发展”的协同育人格局。

三、高等数学课程发展的核心规律与历史借鉴

回顾我国高等数学课程的发展历程，结合不同阶段的时代特征与改革实践，能够总结出课程发展的核心规律，剖析课程演进中始终坚持的核心价值与不断优

化的方向，为新时代高等数学教学改革提供宝贵的历史借鉴，避免走弯路、走回头路。

（一）课程发展与国家需求、高等教育发展同频共振

这是高等数学课程发展的核心规律之一。从起步奠基阶段为国家工业化建设培养基础人才，到恢复发展阶段适应改革开放后经济社会发展的需求，再到改革深化阶段适配高等教育大众化发展，直至提质创新阶段契合新工科、新文科建设的要求，高等数学课程的每一次重大改革，都与国家发展需求、高等教育发展阶段紧密关联。国家的发展需求决定了高等数学课程的育人定位与改革方向，高等教育的发展为课程改革提供了支撑与保障，而课程改革又反过来推动高等教育质量的提升，服务于国家人才培养战略。这一规律启示我们，新时代高等数学教学改革，必须立足国家发展战略与高等教育内涵式发展需求，明确课程的育人定位，优化课程内容与教学模式，确保课程改革与时代发展同频共振。

（二）始终坚持“夯实基础、强化应用”的核心价值

无论课程如何改革，高等数学课程始终坚持“夯实基础、强化应用”的核心价值，这是课程得以长期发展的根本。夯实基础是高等数学的本质要求，只有掌握扎实的数学基础知识与基本技能，才能为后续专业学习与职业发展提供支撑；强化应用是课程发展的时代需求，只有将数学知识与实际应用、专业需求相结合，才能发挥课程的工具性价值，培养学生解决实际问题的能力。从起步阶段注重基础运算，到恢复发展阶段开始关注应用，再到新时代强化应用导向与创新能力培养，“夯实基础、强化应用”的核心价值始终没有改变，只是在不同阶段的侧重点有所不同。这一规律启示我们，新时代高等数学教学改革，既要坚守基础性，优化核心知识体系，确保学生掌握扎实的数学基础；也要强化应用导向，推动数学知识与专业需求、实际问题的深度融合，提升课程的实效性。

（三）课程改革始终朝着“适配性、多元化、精细化”方向优化

高等数学课程的演进过程，是一个不断优化、不断完善的过程，其改革方向始终朝着“适配性、多元化、精细化”发展。适配性方面，从初期的统一化课程设置，到后来的分层分类设置，再到新时代与专业需求深度融合，课程设置与教学内容不断适配不同专业、不同层次学生的需求；多元化方面，从单一的理论教学，到案例教学、实践教学、线上线下混合式教学，教学模式不断多元化，评价方式也逐步向多元化、过程化转变；精细化方面，课程内容不断优化，删减冗余

内容、增加核心内容与应用内容，教学过程更加注重个性化指导，关注学生的个体差异，推动课程改革从“粗放式”向“精细化”转变。这一规律启示我们，新时代高等数学教学改革，要进一步提升课程的适配性、多元化与精细化水平，满足不同专业、不同学生的发展需求，提升课程教学质量。

为清晰呈现我国高等数学课程不同发展阶段的核心特征，总结各阶段的优势与不足，特整理如下表格：

发展阶段	时间范围	核心特征（课程设置、教学内容、教学目标）	优势	不足
起步奠基阶段	1949 年—1977 年	课程设置统一，面向理工科；教学内容以经典微积分、线性代数为主，侧重理论；教学目标聚焦基础知识与运算能力培养。	奠定了高等数学教育基础，形成了“重视基础、强调运算”的传统，满足了国家工业化建设的基础人才需求。	课程设置僵化，教学内容脱离实际，缺乏本土化创新，覆盖面窄。
恢复发展阶段	1978 年—2000 年	课程覆盖面扩大，逐步面向文科、经管类；教学内容增加概率统计等，注重应用；教学目标兼顾知识与初步应用能力。	课程走向规范化，教材本土化，注重应用结合，适应了改革开放后人才需求。	课程模块化不足，与专业需求适配性不强，教学方法仍较传统。
改革深化阶段	2001 年—2015 年	课程分层分类设置；教学内容优化，增加数学建模等应用型内容；教学目标聚焦素养与能力培养。	课程适配性提升，教学方法逐步创新，注重能力培养，推动课程向素养性转变。	改革不均衡，部分院校教学模式传统，应用导向不够突出。
提质创新阶段	2016 年至今	课程与专业深度融合；教学内容突出交叉性、创新性；教学目标聚焦基础、应用、创新与专业赋能。	课程精细化发展，信息技术与教学深度融合，适配新工科、新文科需求。	仍面临诸多挑战，部分院校融合深度不足，创新教学落地不够。

我国高等数学课程的发展历经起步奠基、恢复发展、改革深化、提质创新四个阶段，每个阶段都与国家需求、高等教育发展紧密关联，逐步形成了具有中国特色的课程体系。新时代高等数学课程呈现出基础性、工具性、创新性与交叉性的时代特征，其发展始终遵循“与时代同频共振、坚守核心价值、持续优化升级”的规律。梳理这些发展脉络与规律，能够为新时代高等数学教学改革提供重要的历史借鉴，明确改革的方向与重点，推动高等数学课程更好地适配新工科、新文科建设需求，赋能专业人才培养。

第二节 国内外高等数学教育的比较研究

高等数学教育改革是全球高等教育发展的共同趋势，不同国家基于自身的高等教育国情、学科特点与人才培养需求，形成了各具特色的改革模式与实践经验。系统梳理国外高等数学教育改革的典型模式，对比我国高等数学教育改革的现状与成果，分析中外改革的差异，提炼可借鉴经验并结合我国国情进行本土化转化，能够为我国高等数学教育改革提供新思路、新方向，避免盲目照搬，凸显中国特色，推动我国高等数学教育质量的提升。

一、国外高等数学教育改革的典型模式与核心经验

国外高等数学教育发展起步较早，经过长期的探索与改革，形成了一批具有代表性的改革模式，其中美国、德国、日本的改革模式最具借鉴意义。这些国家的改革在课程体系、教学模式、评价方式等方面呈现出鲜明的创新特征，积累了丰富的实践经验，为我国高等数学教育改革提供了重要参考。

（一）美国高等数学教育改革模式与核心经验

美国高等教育具有多元化、个性化、市场化的特点，其高等数学教育改革始终围绕“以学生为中心、以能力为导向”的核心理念，注重培养学生的创新能力与应用能力，形成了独具特色的改革模式。在课程体系方面，美国高等数学课程设置呈现出“模块化、弹性化、个性化”的特点，根据不同专业、不同层次学生的需求，设置不同的课程模块，学生可以根据自身的专业方向与兴趣爱好，自主选择课程模块，实现个性化学习；课程内容注重与实际应用、新兴领域的结合，融入大数据、人工智能、生物信息等相关的数学应用内容，强化数学建模与数值计算能力的培养，弱化过于晦涩的理论推导。在教学模式方面，美国高等数学教学普遍采用探究式、合作式、项目式教学方法，课堂以学生为主体，教师主要起引导、启发作用，通过小组讨论、项目实践、案例分析等方式，引导学生主动思考、大胆探索，培养学生的逻辑思维能力与创新能力；同时，信息技术与教学深度融合，线上线下混合式教学、翻转课堂等新型教学模式广泛应用，为学生提供多样化的学习渠道。在评价方式方面，美国高等数学教育采用多元化、过程化的评价方式，不再以单一的期末考试成绩作为评价学生的唯一标准，而是结合课堂表现、作业完成情况、项目实践成果、小组合作表现等多方面因素，全面评价学

生的学习效果与能力发展，注重评价的诊断性与激励性，引导学生注重学习过程与能力提升。

（二）德国高等数学教育改革模式与核心经验

德国高等教育以“严谨务实、注重实践、产学研融合”为特色，其高等数学教育改革始终围绕“服务专业、强化实践、培养应用型人才”的核心目标，形成了与德国工业发展相适配的改革模式。在课程体系方面，德国高等数学课程设置紧密结合专业需求，呈现出“专业化、模块化、实用性”的特点，不同专业的高等数学课程内容差异较大，均围绕专业人才培养目标设置相关的数学模块，实现数学课程与专业课程的深度融合；课程内容注重理论与实践的结合，强调数学知识在工程技术、工业生产中的应用，增加了大量的工程案例与实践内容，培养学生运用数学知识解决实际工程问题的能力。在教学模式方面，德国高等数学教学注重实践教学与产学研融合，课堂教学与企业实践、科研项目紧密结合，鼓励学生参与企业的实际项目，将数学知识应用到实际工作中；教学方法以案例教学、实践教学为主，教师多具有企业工作经验，能够结合实际工程案例开展教学，提升教学的实用性与针对性；同时，注重培养学生的自主学习能力与团队协作能力，通过小组项目、实践课题等方式，引导学生主动探究、协同合作。在评价方式方面，德国高等数学教育采用“过程性评价与终结性评价相结合”的方式，过程性评价主要关注学生的实践能力、项目完成情况与自主学习情况，终结性评价主要考查学生的数学基础知识与综合应用能力；评价主体多元化，除教师评价外，还引入企业导师评价、同学评价等，确保评价结果的客观性与实用性，突出对学生实践能力的评价。

（三）日本高等数学教育改革模式与核心经验

日本高等教育注重“国际化、个性化、创新化”，其高等数学教育改革始终围绕“提升学生数学素养、适应国际化发展、培养创新人才”的核心目标，形成了兼具本土特色与国际视野的改革模式。在课程体系方面，日本高等数学课程设置呈现出“国际化、模块化、分层化”的特点，课程内容融入了国际先进的数学知识与教学理念，同时结合日本的工业发展与专业需求，设置了多样化的课程模块；针对不同层次的学生，设置了基础层、提高层、应用层三个层次的课程，满足不同学生的学习需求；课程内容注重数学素养的培养，不仅关注数学知识的传授，还注重培养学生的逻辑思维、抽象思维与创新思维。在教学模式方面，日本

高等数学教学注重个性化教学与创新教学,采用小班化教学模式,关注学生的个体差异,为学生提供个性化的学习指导;教学方法多样化,除传统的理论教学外,还广泛采用探究式、问题导向式教学方法,引导学生围绕实际问题开展探究学习,培养学生的创新能力与问题解决能力;同时,注重信息技术的应用,开发了大量的数字化教学资源与线上学习平台,推动线上线下混合式教学的开展。在评价方式方面,日本高等数学教育采用“多元化、综合化”的评价方式,评价内容涵盖学生的数学知识、思维能力、创新能力、实践能力等多个方面;评价方式注重过程性评价,通过课堂提问、作业反馈、项目实践、小论文等多种形式,全面评价学生的学习过程与能力发展;同时,注重评价的激励性,鼓励学生大胆创新、勇于探索,激发学生的学习主动性与积极性。

二、我国高等数学教育改革的现状、成果与中外差异

我国高等数学教育改革历经数十年的探索与实践,在课程体系、教学模式、评价方式等方面取得了显著成果,逐步形成了具有中国特色的高等数学教育体系。但与美国、德国、日本等发达国家相比,我国高等数学教育改革在育人理念、实施路径、适配性等方面仍存在一定差异,明确这些差异,能够更好地发现我国改革的优势与不足,为后续改革提供靶向性指引。

(一) 我国高等数学教育改革的现状与成果

近年来,我国高等数学教育改革围绕新工科、新文科建设需求,不断优化课程体系、创新教学模式、完善评价方式,取得了显著成果。在课程体系方面,逐步实现了分层分类设置,根据不同专业、不同层次学生的需求,设置了不同难度、不同侧重点的高等数学课程,强化了课程与专业需求的适配性;课程内容不断优化,删减了冗余的理论内容,增加了数学建模、数值计算等应用型内容,融入了大数据、人工智能等新兴领域的数学知识,丰富了课程体系;同时,加强了课程模块化建设,构建了“基础模块+专业模块+拓展模块”的课程体系,实现了数学知识与专业需求的深度融合。在教学模式方面,传统“填鸭式”教学模式逐步被打破,探究式、合作式、案例式等新型教学模式广泛应用,线上线下混合式教学、翻转课堂等教学模式逐步推广,信息技术与教学的融合不断深化;同时,注重实践教学,开展数学建模竞赛、创新创业项目等活动,提升学生的实践能力与创新能力。在评价方式方面,逐步打破了单一的期末考试评价模式,构建了多元

化、过程化的评价体系，将课堂表现、作业完成情况、实践成果、小组合作表现等纳入评价范围，注重评价的诊断性与激励性，引导学生注重学习过程与能力提升。此外，我国高等数学教材建设不断完善，形成了一批具有中国特色、适配不同专业需求的优质教材，教师队伍建设不断加强，教师的专业素养与教学能力逐步提升。

（二）中外高等数学教育改革的核心差异

尽管我国高等数学教育改革取得了显著成果，但与美国、德国、日本等发达国家相比，在育人理念、实施路径、适配性等方面仍存在明显差异，具体主要体现在以下三个方面：一是育人理念的差异。国外高等数学教育改革普遍坚持“以学生为中心、以能力为导向”的育人理念，注重培养学生的创新能力、应用能力与自主学习能力，强调学生的个性化发展与全面发展；而我国高等数学教育改革虽然也强调能力培养，但在实际教学中，仍存在“重知识、轻能力”“重理论、轻实践”的倾向，育人理念仍未完全从“知识传授”向“能力培养”转变，对学生的个性化发展关注不够。

二是实施路径的差异。国外高等数学教育改革注重实践教学与产学研融合，将数学教学与企业实践、科研项目紧密结合，注重培养学生运用数学知识解决实际问题的能力；教学模式更加灵活多样，探究式、项目式等教学方法应用广泛，信息技术与教学的融合更加深入，注重为学生提供个性化的学习体验；而我国高等数学教育改革虽然也在推进实践教学与信息技术融合，但在实际实施中，仍存在实践教学流于形式、信息技术应用表面化等问题，教学模式仍较为传统，产学研融合的深度与广度不足。

三是适配性的差异。国外高等数学课程体系与专业需求的适配性较强，课程设置与教学内容紧密结合专业人才培养目标，呈现出鲜明的专业化、个性化特征；而我国高等数学课程体系虽然实现了分层分类设置，但仍存在课程内容与专业需求脱节、模块化不足等问题，部分课程内容仍较为统一，难以充分满足不同专业、不同学生的个性化需求；同时，课程与新兴领域的融合不够深入，难以适配大数据、人工智能等新兴领域的人才培养需求。

三、国外改革经验的本土化借鉴与中国特色改革启示

国外高等数学教育改革的典型模式与实践经验，为我国高等数学教育改革提

供了重要参考，但我们不能盲目照搬，必须结合我国高等教育国情、学科特点与人才培养需求，进行本土化转化，凸显中国特色，提出具有针对性、可落地的改革启示，推动我国高等数学教育改革向纵深发展。

（一）坚持本土化适配，避免盲目照搬国外经验

国外高等数学教育改革的经验是基于其自身的高等教育国情、文化背景与人才培养需求形成的，与我国存在明显差异。因此，在借鉴国外经验时，必须坚持本土化适配原则，结合我国高等教育大众化、多样化的发展特点，结合新工科、新文科建设的需求，结合不同院校、不同专业的实际情况，对国外经验进行合理取舍与本土化改造，避免盲目照搬。例如，美国的个性化、弹性化课程体系，适合其多元化、市场化的高等教育环境，我国在借鉴时，不能完全照搬其弹性化模式，而应结合我国高等教育的管理体制与学生特点，构建“分层分类、模块化、个性化”的课程体系，既保证课程的规范性，又满足学生的个性化需求；德国的产学研融合模式，适合其工业发达、企业与高校联系紧密的特点，我国在借鉴时，应结合我国的产业发展现状与高校的办学定位，推动产学研深度融合，建立高校与企业的合作机制，让企业参与到高等数学课程设计、教学实施与评价全过程，提升课程的实用性。

（二）借鉴核心经验，优化我国高等数学教育改革路径

结合国外高等数学教育改革的核心经验，结合我国改革的现状与不足，从课程体系、教学模式、评价方式三个方面，提出本土化的改革启示：一是优化课程体系，提升与专业需求的适配性。借鉴美国、德国、日本模块化、个性化的课程设置经验，进一步完善我国高等数学课程的分层分类体系，根据不同专业、不同层次学生的需求，细化课程模块，增设与专业紧密相关的应用模块与拓展模块，实现数学课程与专业课程的深度融合；借鉴国外课程与新兴领域融合的经验，融入大数据、人工智能等新兴领域的数学知识，拓宽课程内容的广度与深度；同时，优化课程内容结构，删减冗余的理论内容，强化数学建模、数值计算等应用型内容，提升课程的实用性与创新性。

二是创新教学模式，强化实践教学与信息技术融合。借鉴国外探究式、合作式、项目式的教学方法，打破我国传统“填鸭式”教学模式，突出学生的主体地位，引导学生主动思考、大胆探索；借鉴德国产学研融合的经验，加强实践教学，推动高校与企业、科研机构合作，开展实践教学、项目实践等活动，让学生在实

践中运用数学知识解决实际问题；借鉴国外信息技术与教学深度融合的经验，进一步推广线上线下混合式教学、翻转课堂等新型教学模式，开发优质的数字化教学资源，搭建线上学习平台，为学生提供多样化的学习渠道，提升教学的趣味性与实效性。

三是完善评价方式，构建多元化、过程化评价体系。借鉴国外多元化、过程化的评价经验，打破我国单一的期末考试评价模式，将课堂表现、作业完成情况、实践成果、小组合作表现、小论文等纳入评价范围，全面评价学生的学习效果与能力发展；借鉴德国、日本评价主体多元化的经验，引入学生自评、同学互评、企业导师评价等多方评价主体，确保评价结果的客观性与全面性；强化评价的诊断性与激励性，通过评价发现学生的优点与不足，为学生提供针对性的指导，激发学生的学习主动性与积极性。

（三）凸显中国特色，立足我国高等教育发展需求

我国高等数学教育改革在借鉴国外经验的同时，必须凸显中国特色，立足我国高等教育的发展需求与人才培养目标，构建具有中国特色的高等数学教育体系。一是坚持立德树人根本任务，将价值引领融入高等数学教学全过程，培养学生的家国情怀、科学精神与责任担当，实现“知识传授、能力培养、价值引领”的有机统一；二是立足我国高等教育大众化的发展现状，兼顾不同层次、不同类型院校的需求，推动高等数学教育均衡发展，既要提升优质院校的教学质量，也要关注地方院校、薄弱院校的改革与发展；三是结合新工科、新文科建设的需求，突出高等数学的工具性与交叉性，推动数学与工程、计算机、经济、管理等学科的深度融合，赋能专业人才培养，为我国经济社会发展与科技进步提供人才支撑。

美国、德国、日本的高等数学教育改革形成了各具特色的模式与丰富的实践经验，其“以学生为中心、注重能力培养、强化实践应用、推动多元化发展”的核心理念，对我国高等数学教育改革具有重要的借鉴意义。我国高等数学教育改革在取得显著成果的同时，与国外改革仍存在一定差异，面临着诸多不足。通过坚持本土化适配、借鉴国外核心经验、凸显中国特色，能够优化我国高等数学教育改革路径，推动课程体系、教学模式、评价方式的持续完善，提升高等数学教育质量，让高等数学课程更好地适配新时代高等教育发展需求，赋能专业人才培养。

第三节 新工科背景下高等数学的育人定位

新工科建设是我国高等教育应对全球科技革命与产业变革、培养高素质工程技术人才的重要战略举措，其核心是培养具有创新精神、实践能力、交叉融合能力的新时代工程技术人才。高等数学作为高等教育中一门核心基础性课程，在新工科人才培养中具有不可替代的作用，其育人定位直接关系到新工科人才培养的质量。明确新工科建设的核心内涵与人才培养要求，界定高等数学的育人定位，分析新工科背景对高等数学教学提出的新要求，能够为高等数学教学改革提供明确的方向，推动高等数学课程与新工科建设深度融合，赋能新工科人才培养。

一、新工科建设的核心内涵与人才培养要求

新工科建设并非简单的“新专业、新技术”的叠加，而是高等工程教育的理念创新、模式创新与体系创新，其核心内涵是“以立德树人为根本，以产业需求为导向，以能力培养为核心，推动工程教育与产业发展、科技进步深度融合”。明确新工科建设的核心内涵与人才培养要求，是界定高等数学育人定位的前提。

（一）新工科建设的核心内涵

新工科建设的核心内涵主要体现在三个方面：一是理念创新，打破传统工程教育的局限，树立“产教融合、科教融汇、交叉融合”的教育理念，将产业需求、科研成果融入人才培养全过程，培养适应产业发展与科技进步的高素质工程技术人才；二是模式创新，改革传统的人才培养模式，构建“模块化、个性化、实践化”的人才培养体系，注重培养学生的创新能力、实践能力与交叉融合能力，推动理论教学与实践教学深度融合；三是体系创新，优化专业结构，推动传统工科专业转型升级，增设新兴工科专业，构建交叉融合的专业体系，同时完善课程体系、教学模式、评价方式等，形成适配新工科建设需求的工程教育体系。新工科建设的核心目标是服务国家战略需求，破解我国工程技术人才“创新能力不足、实践能力不强、交叉融合能力欠缺”的问题，为我国产业升级、科技进步提供人才支撑。

（二）新工科背景下的人才培养要求

结合新工科建设的核心内涵，新工科背景下的人才培养要求主要体现在四个方面，这也是高等数学课程育人定位的重要依据：一是夯实基础素养，具备扎实

的数学、物理、化学等基础学科知识，这是工程技术人才开展工程实践、进行技术创新的基础。新工科人才不仅要掌握专业知识与技能，还要具备扎实的基础学科素养，能够运用基础学科知识分析问题、解决问题，为技术创新提供支撑。二是培养创新能力，具备较强的创新意识、创新思维与创新能力，能够应对产业发展与科技进步带来的新挑战，开展技术创新、产品创新与模式创新。新工科人才需要打破传统思维的局限，具备自主探究、大胆探索的能力，能够运用所学知识解决复杂工程问题，推动技术进步。三是强化应用导向，具备较强的实践能力与工程素养，能够将理论知识与工程实践紧密结合，解决实际工程问题。新工科人才需要熟悉产业发展现状与工程实际需求，具备工程设计、数值计算、数据分析等实践能力，能够快速适应企业岗位需求。四是提升交叉融合能力，具备跨学科思维与交叉融合能力，能够适应多学科交叉融合的发展趋势，开展跨学科创新与实践。新工科的发展离不开多学科的交叉融合，新工科人才需要掌握多学科的基础知识与思维方法，能够在不同学科领域之间搭建桥梁，推动技术融合与创新。

二、新工科背景下高等数学的育人定位

基于新工科建设的核心内涵与人才培养要求，高等数学作为基础核心课程，其育人定位不再是单一的“知识传授”，而是聚焦“夯实数学基础、培养创新能力、强化应用导向、赋能专业发展”四大核心目标，实现“工具性与素养性、基础性与创新性、单一性与交叉性”的有机统一，成为新工科人才培养的“基础支撑、能力载体、创新引擎”。

（一）夯实数学基础，筑牢新工科人才的知识根基

这是高等数学在新工科人才培养中的核心定位之一。新工科人才开展工程实践、技术创新，离不开扎实的数学基础。高等数学所涵盖的微积分、线性代数、概率统计等核心内容，是新工科专业后续专业课程（如力学、电学、计算机科学、控制工程等）学习的重要基础，是学生理解专业知识、开展工程计算、进行技术创新的数学工具。例如，在计算机专业的人工智能、大数据分析等方向，需要运用线性代数、概率统计的知识进行数据建模与分析；在机械工程、土木工程等专业，需要运用微积分的知识进行工程力学计算、结构设计等。因此，新工科背景下，高等数学的首要育人定位是夯实学生的数学基础，让学生掌握扎实的数学基本概念、基本定理与基本运算方法，培养学生的逻辑思维能力与抽象思维能力，

为后续专业学习与工程实践筑牢知识根基。

（二）培养创新能力，激活新工科人才的创新潜力

创新能力是新工科人才的核心素养，高等数学作为一门逻辑性、抽象性、创新性较强的课程，在培养学生创新能力方面具有独特的优势，这是新工科背景下高等数学的重要育人定位。高等数学的学习过程，本质上是培养学生逻辑思维、抽象思维与创新思维的过程，通过对数学概念的探究、定理的推导、问题的求解，能够引导学生主动思考、大胆探索，培养学生的创新意识与创新能力。同时，通过引入数学建模、数值计算等应用型内容，引导学生运用数学知识解决实际工程问题，激发学生的创新潜力，培养学生运用数学思维进行技术创新、产品创新的能力。例如，通过开展数学建模竞赛，让学生围绕实际工程问题，构建数学模型、设计求解方案，培养学生的创新思维与创新能力，为新工科人才的创新实践奠定基础。

（三）强化应用导向，提升新工科人才的实践能力

新工科人才培养的核心导向是实践能力，高等数学作为基础课程，必须强化应用导向，将数学知识与工程实践、专业需求紧密结合，提升学生的实践能力，这是新工科背景下高等数学的重要育人定位。传统高等数学教学存在“重理论、轻应用”的局限，难以适应新工科人才培养的需求。新工科背景下，高等数学教学需要打破这一局限，强化应用导向，引入大量的工程案例、实际问题，引导学生运用数学知识解决实际工程问题，培养学生的工程素养与实践能力。例如，在电气专业的高等数学教学中，引入电路分析、信号处理中的数学应用案例；在自动化专业的教学中，引入控制理论中的数学模型与求解方法，让学生在实践中掌握数学工具的应用方法，提升实践能力，适应企业岗位需求。

（四）赋能专业发展，推动新工科人才的交叉融合

新工科的发展趋势是多学科交叉融合，高等数学作为一门基础性课程，能够为不同新工科专业提供共同的数学基础与思维方法，赋能专业发展，推动新工科人才的交叉融合，这是新工科背景下高等数学的重要育人定位。高等数学的知识体系具有较强的通用性与交叉性，能够为计算机、机械、电气、土木等不同新工科专业提供数学支撑，推动数学与不同专业的深度融合；同时，通过优化课程内容，融入交叉性数学模块，培养学生的跨学科思维能力，让学生能够运用数学知识解决跨学科的复杂工程问题，提升交叉融合能力，适应新工科多学科交叉融合

的发展趋势。例如，通过引入大数据分析、人工智能等交叉领域的数学知识，让学生掌握跨学科的数学工具，为后续跨学科创新与实践奠定基础。

三、新工科背景对高等数学教学提出的新要求

新工科背景下，高等数学的育人定位发生了深刻变化，相应地，对高等数学教学也提出了新的要求，主要体现在教学内容、教学模式、教学能力、教学评价四个方面，这些要求为高等数学教学改革提供了明确的方向，推动高等数学教学与新工科建设深度融合。

（一）教学内容：与专业需求深度适配，强化交叉性与应用性

新工科背景下，高等数学教学内容必须与新工科专业需求深度适配，打破传统课程内容的统一性与局限性，强化内容的交叉性与应用性。一是要结合不同新工科专业的人才培养目标，优化课程内容体系，增设与专业紧密相关的数学模块，实现“专业需求导向”的课程内容设计。例如，计算机专业增设矩阵运算、概率统计在人工智能中的应用模块；机械专业增设微积分在工程力学中的应用模块；电气专业增设常微分方程在电路分析中的应用模块。二是要融入新兴领域的数学知识，如大数据分析、人工智能、量子计算等相关的数学基础内容，拓宽课程内容的广度与深度，适应新工科的发展需求。三是要强化数学建模、数值计算等应用型内容，减少过于晦涩、与实际应用关联不大的理论推导，注重培养学生运用数学知识解决实际工程问题的能力，实现“学以致用”。四是要推动数学与其他学科的交叉融合，引入跨学科的教学内容，培养学生的跨学科思维能力，适配新工科多学科交叉融合的发展趋势。

（二）教学模式：与创新能力培养协同，强化实践化与多元化

新工科背景下，高等数学教学模式必须与创新能力培养协同，打破传统“填鸭式”教学模式，强化教学的实践化与多元化，提升教学的实效性。一是要创新教学方法，采用探究式、合作式、项目式、案例式等新型教学方法，突出学生的主体地位，引导学生主动思考、大胆探索，培养学生的创新思维与创新能力。例如，通过案例教学，引入实际工程案例，引导学生运用数学知识分析问题、解决问题；通过项目式教学，让学生围绕工程项目开展数学建模与求解，提升实践能力与创新能力。二是要强化实践教学，构建“理论教学+实践教学+创新创业实践”的教学体系，加强数学建模竞赛、创新创业项目、企业实践等活动的开展，让学

生在实践中运用数学知识，提升实践能力与工程素养。三是要推动信息技术与教学深度融合，推广线上线下混合式教学、翻转课堂等新型教学模式，开发优质的数字化教学资源与线上学习平台，为学生提供多样化的学习渠道，提升教学的趣味性与实效性；同时，利用大数据技术分析学生的学习数据，为学生提供个性化的学习指导，满足学生的个性化发展需求。

（三）教学能力：与教学改革适配，强化教师的专业素养与实践能力

新工科背景下，高等数学教学改革的深入推进，对教师的专业素养与教学能力提出了更高的要求。教师作为教学改革的实施主体，必须提升自身的专业素养与教学能力，适应新工科背景下的教学需求。一是要提升数学专业素养，深入学习新兴领域的数学知识，拓宽自身的数学视野，掌握数学建模、数值计算等应用型技能，能够准确把握数学知识与新工科专业的内在关联，为课程内容优化与教学实施提供支撑。二是要提升教学创新能力，主动学习新型教学方法与教学技术，能够熟练运用探究式、项目式等教学方法，熟练运用信息技术开展教学，创新教学模式，提升教学实效。三是要提升实践教学能力，深入企业调研，了解产业发展现状与工程实际需求，积累工程案例，提升自身的工程素养，能够结合工程实际开展实践教学，引导学生解决实际工程问题。四是要提升跨学科教学能力，主动学习相关专业的基础知识，加强与专业教师的交流与合作，推动跨学科融合教学，培养学生的跨学科思维能力。

（四）教学评价：与育人目标契合，强化多元化与过程化

新工科背景下，高等数学的教学评价必须与育人目标契合，打破传统单一的期末考试评价模式，构建多元化、过程化的评价体系，突出对学生数学基础、应用能力、创新能力与交叉融合能力的全面评价，实现“以评促学、以评促教、以评促改”。一是评价内容要多元化，不仅要考查学生的数学基础知识与基本运算能力，还要重点评价学生的数学建模能力、数值计算能力、创新思维能力、实践应用能力与跨学科思维能力，将理论知识掌握情况与实践能力表现有机结合，全面反映学生的综合素养。二是评价方式要过程化，进一步弱化期末考试成绩的权重，将课堂表现、作业完成质量、小组合作成果、实践项目报告、数学建模作品、小论文等过程性评价指标纳入评价体系，全程跟踪学生的学习过程与能力发展，及时发现学生在学习中的问题与不足，为针对性指导提供依据。三是评价主体要多元化，打破单一的教师评价模式，引入学生自评、同学互评、企业导师评价等

多方评价主体，尤其是对于实践环节的评价，可邀请企业导师参与，确保评价结果的客观性、全面性与实用性，更好地贴合新工科人才培养的实践导向。四是评价结果要导向化，强化评价的诊断性与激励性，不仅要对学生学习效果进行评价，还要通过评价反馈优化教学内容与教学模式，调整教学策略，推动教学改革不断深化，确保高等数学教学始终与新工科人才培养目标同频共振，真正发挥评价对育人过程的引领与保障作用。

新工科建设为高等数学教育带来了新的发展机遇与挑战，明确高等数学“夯实基础、培养创新、强化应用、赋能专业”的育人定位，是推动高等数学与新工科建设深度融合的核心前提。新工科背景下，高等数学教学需在教学内容、教学模式、教学能力、教学评价四个方面主动适配，不断优化完善，才能更好地发挥基础课程的支撑作用，培养具备扎实数学素养、较强实践能力与创新能力的工科人才，为我国产业升级、科技进步提供坚实的人才支撑。

第四节 当前高等数学教学面临的主要问题

随着新工科、新文科建设的深入推进，高等数学教育的育人定位与教学要求发生了深刻变化，尽管我国高等数学教学改革取得了一定成效，但在实践过程中，仍面临着课程体系不完善、教学模式滞后、师生层面适配不足等诸多突出问题，这些问题制约了高等数学教学质量的提升，影响了其对专业人才培养的赋能作用。本节将从课程体系、教学模式与方法、学生学习与教师教学三个核心层面，系统梳理当前高等数学教学面临的主要问题，明确改革的靶向性，为后续教学改革提供针对性指引。

一、课程体系层面的突出问题

课程体系是高等数学教学的核心载体，其科学性与适配性直接决定教学质量与育人效果。当前，高等数学课程体系仍存在诸多短板，难以完全适配新工科、新文科建设需求与学生个性化发展需求，主要体现在以下四个方面：

（一）课程内容陈旧，与时代发展脱节

部分高等数学课程内容仍沿用传统体系，存在“重经典、轻前沿”“重理论、轻应用”的倾向，与新时代科技发展和产业需求脱节。一方面，课程内容过度侧

重经典理论的推导与讲解，如过于繁琐的微积分理论证明、线性代数的抽象推导等，而对大数据分析、人工智能、量子计算等新兴领域的数学基础内容融入不足，难以拓宽学生的数学视野，无法满足新工科人才培养对交叉性数学知识的需求。另一方面，课程内容缺乏与实际应用场景的结合，案例陈旧、单一，多为抽象的数学例题，未能引入与专业相关的工程案例、行业实践案例，导致学生难以理解数学知识的实用价值，出现“学用脱节”的现象。

（二）课程模块化不足，结构设置僵化

当前多数高等数学课程仍采用“大一统”的内容结构，模块化建设不完善，缺乏灵活性与针对性。课程内容多以章节为单位线性展开，未根据不同专业、不同层次学生的需求，构建差异化的模块体系，导致“一刀切”的教学模式难以兼顾各类学生的学习需求。例如，理工科专业学生需要强化工程计算、数学建模等模块内容，而文科、经管类专业学生更需要侧重数据分析、线性规划等应用模块，但现有课程体系未能有效区分，模块之间缺乏关联性与层次性，难以实现“按需施教”，影响了课程的适配性与实效性。

（三）与专业需求脱节，赋能作用不足

高等数学作为基础性课程，其核心价值在于为专业学习赋能，但当前课程体系与专业需求的融合深度不足，存在“两张皮”现象。一方面，课程内容的设置未充分结合不同专业的人才培养目标，缺乏与专业课程的衔接，导致学生学习的数学知识难以应用到后续专业学习中，无法发挥数学的工具性作用。例如，计算机专业的学生在学习人工智能、机器学习等专业课程时，需要扎实的矩阵运算、概率统计知识，但高等数学课程中相关内容的讲解过于抽象，未结合专业应用场景展开，导致学生难以实现知识的迁移应用。另一方面，课程内容缺乏针对性，不同专业的高等数学课程内容差异较小，未能根据专业特点优化内容侧重点，难以满足不同专业的个性化需求。

（四）分层分类不明确，兼顾性不足

尽管部分院校推行了高等数学分层分类教学，但多数院校的分层分类仍停留在表面，缺乏明确的标准与实施方案，难以兼顾不同基础、不同需求的学生。一方面，分层分类的依据较为单一，多仅根据学生的高考数学成绩进行分层，未充分考虑学生的学习能力、专业需求、职业规划等因素，导致分层不够科学合理。另一方面，不同层次、不同类型的课程内容差异不大，基础层课程缺乏对数学基

础薄弱学生的针对性辅导，提高层、应用层课程未能充分满足学有余力学生的提升需求，无法实现“因材施教”，导致基础薄弱学生跟不上教学进度，优秀学生的潜力难以得到充分发挥。

二、教学模式与方法存在的短板

教学模式与方法是实现育人目标的关键路径，当前高等数学教学仍受传统教学理念的影响，教学模式滞后、方法单一，难以适应新时代人才培养的需求，主要短板体现在以下四个方面：

（一）“填鸭式”教学普遍，学生主体地位缺失

传统“填鸭式”教学模式在高等数学教学中仍较为普遍，教师主导整个教学过程，以理论讲解、公式推导、例题演练为主，学生被动接受知识，缺乏主动思考、大胆探索的机会。课堂上，教师多注重知识的传递，忽视了学生的认知规律与学习体验，未能引导学生主动探究数学概念的本质、定理的推导逻辑，导致学生对数学知识的理解停留在表面，难以形成系统的知识体系与自主学习能力。这种教学模式不仅降低了学生的学习兴趣，也制约了学生逻辑思维、创新思维的培养，与新工科人才培养的核心需求相悖。

（二）课堂互动性不足，探究性学习缺失

当前高等数学课堂多以“教师讲、学生听”的单向传输模式为主，课堂互动性严重不足。一方面，互动形式单一，多为教师提问、学生回答的简单互动，且提问多为基础性、记忆性问题，缺乏开放性、探究性问题，难以激发学生的思考热情；另一方面，缺乏小组讨论、合作探究等互动环节，学生之间缺乏交流与协作，无法通过思维碰撞深化对知识的理解，探究性学习流于形式。这种缺乏互动与探究的教学模式，导致学生的学习主动性、积极性难以调动，难以培养学生的合作能力与创新能力。

（三）教学方法单一，缺乏创新与适配性

高等数学教学方法较为单一，多数教师仍沿用“讲授+练习”的传统模式，缺乏对探究式、合作式、项目式、案例式等新型教学方法的应用。即使部分教师尝试采用新型教学方法，也多停留在表面，未能结合课程内容与学生特点进行优化设计，导致教学效果不佳。例如，案例教学中，案例选择缺乏针对性与实用性，与专业需求、实际应用场景结合不紧密，无法引导学生运用数学知识解决实际问题。

题；项目式教学中，缺乏明确的项目设计与指导，学生难以有序开展探究实践，难以实现能力提升的目标。

（四）信息技术应用流于形式，融合深度不足

随着信息技术的发展，线上线下混合式教学、翻转课堂等新型教学模式逐步推广，但当前高等数学教学中，信息技术的应用仍存在流于形式、融合深度不足的问题。一方面，部分教师对信息技术的应用缺乏正确的认知，仅将其作为辅助教学的工具，用于展示课件、播放视频，未能充分发挥信息技术在个性化教学、互动教学、实践教学中的优势；另一方面，线上教学资源质量参差不齐，缺乏针对性与系统性，与线下教学内容衔接不够紧密，导致线上线下教学脱节，难以实现“优势互补”。此外，部分教师缺乏运用信息技术开展教学的能力，无法熟练运用线上教学平台、大数据分析等工具，难以满足新时代教学改革的需求。

三、学生学习与教师教学层面的问题

学生是学习的主体，教师是教学的实施主体，二者的适配性直接影响教学质量。当前，高等数学教学在学生学习与教师教学层面仍存在诸多问题，制约了教学改革的推进与育人目标的实现，具体体现在以下两个方面：

（一）学生学习层面的突出问题

一是数学基础参差不齐，学习差距逐步扩大。由于学生的高考数学成绩、学习基础、学习能力存在较大差异，进入大学后，面对高等数学抽象、严谨的知识体系，部分基础薄弱的学生难以适应教学节奏，出现听不懂、跟不上的情况，而基础较好的学生则觉得教学内容过于简单，学习积极性不高，导致学生之间的学习差距逐步扩大，给分层分类教学带来较大难度。二是学习主动性不足，学习动力匮乏。部分学生对高等数学的重要性认识不足，认为高等数学只是一门基础课程，与专业学习、职业发展关联不大，缺乏主动学习的意识与动力；同时，高等数学知识抽象、难度较大，部分学生在学习过程中遇到困难后，容易产生畏难情绪，缺乏坚持学习的毅力，导致学习效果不佳，甚至出现挂科、厌学等现象。三是学习方法不当，缺乏自主学习与探究能力。多数学生仍沿用高中阶段的学习方法，依赖教师的讲解与辅导，缺乏自主预习、复习、探究的意识与能力，难以主动梳理知识体系、总结学习规律，导致对数学知识的理解不够深入，无法实现知识的灵活运用。

（二）教师教学层面的突出问题

一是专业素养与教学能力适配性不够。部分高等数学教师的专业素养难以适应新工科背景下的教学需求，一方面，缺乏对新兴领域数学知识的学习与积累，对大数据、人工智能等相关的数学应用内容了解不足，难以将其融入教学过程；另一方面，缺乏工程实践经验与跨学科知识，难以结合专业需求与工程实际开展教学，无法有效引导学生运用数学知识解决实际问题。此外，部分教师的教学能力不足，缺乏对新型教学方法、信息技术的运用能力，难以创新教学模式，无法满足学生的个性化学习需求。二是教学理念滞后，育人意识不足。部分教师仍坚守“知识传授”的传统教学理念，忽视了学生能力培养与价值引领，缺乏对学生创新能力、实践能力、跨学科思维能力的培养；同时，缺乏以学生为中心的教学理念，未能充分关注学生的个体差异，难以实现“因材施教”，影响了教学质量与育人效果。三是教学研究与改革积极性不高。部分教师缺乏教学研究的意识与能力，满足于完成日常教学任务，不愿主动探索教学改革的新思路、新方法，对分层分类教学、混合式教学等新型教学模式的研究与实践不够深入，导致教学改革难以落地见效，无法适应新时代高等数学教育发展的需求。

当前高等数学教学在课程体系、教学模式与方法、学生学习与教师教学三个层面均存在突出问题，这些问题相互关联、相互影响，制约了高等数学教学质量的提升，也影响了其对新工科、新文科人才培养的赋能作用。明确这些问题的核心根源与表现形式，能够为后续高等数学教学改革提供明确的靶向性，推动课程体系优化、教学模式创新、师生能力提升，实现高等数学教育的高质量发展。

第二章 高等数学教学改革的理念创新

第一节 以学生发展为中心的教学理念重构

传统高等数学教学长期受“以教师为中心”“以知识传授为核心”理念的主导，导致教学过程中忽视学生的主体地位、个体差异与能力培养，难以适应新时代高等教育内涵式发展与新工科、新文科人才培养的需求。重构“以学生发展为中心”的教学理念，打破传统理念的桎梏，明确其核心内涵、具体体现与实施路径，是推动高等数学教学改革落地见效的首要任务，也是实现学生全面发展、赋能专业人才培养的关键。唯有立足学生发展需求，打破传统教学的固有模式，才能让高等数学教学真正服务于人才培养的核心目标，彰显基础课程的育人价值。

一、传统教学理念的局限性批判

传统高等数学教学理念以“教师为中心”“以知识传授为核心”，将教学的核心目标定位为传递高等数学的理论知识与运算技能，这种理念在特定历史时期曾发挥过一定作用，为我国高等教育培养了大批具备基础数学素养的人才，但随着时代发展，其局限性日益凸显，严重制约了教学质量的提升与学生的全面发展，与新时代人才培养要求形成明显脱节。

（一）“以教师为中心”忽视学生主体地位

传统教学理念中，教师是教学的绝对主导者，掌控着教学内容、教学节奏、教学方法的全部环节，学生则处于被动接受知识的地位，缺乏主动参与、主动思考、主动探索的机会。在高等数学教学中，教师多以“讲授式”“填鸭式”教学为主，专注于公式推导、理论讲解与例题演练，将大量时间用于知识点的灌输，却忽视了学生的认知规律、学习体验与个性化需求，将学生视为“知识的容器”，而非具有独立思考能力、主动发展意愿的个体。这种单向传输的教学模式，使得学生始终处于被动跟随的状态，学习的主动性、积极性被严重压抑，难以形成自主学习能力和创新思维，无法适应新时代对高素质人才“自主学习、主动创新”

的核心要求，也与高等教育“立德树人”的根本任务相悖。许多学生在学习过程中仅能机械记忆公式定理，却无法理解知识的本质，更难以灵活运用，最终导致“学完即忘”“学用脱节”。

（二）“以知识传授为核心”弱化能力素养培养

传统教学理念将知识传授作为教学的唯一核心，过度关注学生对数学概念、定理、公式的记忆与掌握，以及运算能力的训练，而忽视了学生逻辑思维、创新能力、应用能力、跨学科思维等核心素养的培养。在教学过程中，教师多注重“教什么”，而忽视“怎么学”“如何用”，教学内容围绕理论推导展开，缺乏与实际应用场景的结合，导致学生对数学知识的理解停留在表面，难以灵活运用知识解决实际问题，出现“学用脱节”的现象。这种“重知识、轻能力”“重记忆、轻思考”的理念，不仅难以满足新工科、新文科人才培养对学生综合素养的要求，也无法发挥高等数学作为基础课程的赋能作用——高等数学的核心价值在于为专业学习提供数学工具、培养数学思维，而传统理念下的教学，恰恰忽视了这一核心价值，使得高等数学沦为“单纯的知识背诵与运算训练”，无法为学生后续专业学习与职业发展提供有效支撑。

（三）理念僵化导致教学缺乏灵活性与适配性

传统教学理念长期固化，缺乏与时俱进的创新，导致教学内容、教学模式、教学方法难以适配时代发展与学生需求的变化。一方面，教学内容沿用传统体系，缺乏对新兴领域数学知识、实际应用案例的融入，与新工科、新文科建设需求脱节，例如，大数据、人工智能、量子计算等新兴领域的数学基础内容未得到有效融入，使得学生的数学知识体系难以适应时代发展需求；另一方面，教学模式单一、方法陈旧，多采用“教师讲、学生听”的固定模式，难以兼顾不同基础、不同专业、不同需求学生的个性化发展，无法实现“因材施教”。基础薄弱的学生跟不上教学节奏，逐渐丧失学习信心；优秀学生则觉得教学内容过于简单，学习积极性得不到激发，学生之间的学习差距逐步扩大，既影响了教学的公平性，也降低了教学的实效性。此外，传统理念下的教学评价过于单一，仅以期末考试成绩作为评价学生的唯一标准，忽视了学生的学习过程与能力提升，进一步加剧了教学的僵化。

二、“以学生发展为中心”理念的核心内涵与价值导向

“以学生发展为中心”是新时代高等教育的核心理念，也是高等数学教学改革的根本遵循。其核心是打破传统教学理念的桎梏，将学生的全面发展、能力提升、素养培育作为教学的出发点与落脚点，尊重学生的主体地位，关注学生的个体差异，实现“知识传授、能力培养、价值引领”的有机统一，让高等数学教学真正服务于学生的成长与发展。

（一）核心内涵

“以学生发展为中心”理念的核心内涵体现在三个方面，三者相互关联、有机统一，共同构成了理念的完整体系。一是尊重学生的主体地位，打破“教师主导、学生被动”的传统格局，将学生视为教学活动的核心参与者，而非被动接受者，充分调动学生的学习主动性、积极性与创造性，让学生真正成为学习的主人。在教学过程中，充分尊重学生的学习意愿与思考方式，鼓励学生大胆提问、大胆探索，给予学生足够的自主学习空间，让学生在主动参与中深化对知识的理解与掌握。二是关注学生的个体差异，承认学生在数学基础、学习能力、学习兴趣、专业需求等方面的差异，摒弃“一刀切”的教学模式，推行分层分类教学，实现“因材施教”，满足不同学生的个性化发展需求。无论是基础薄弱的学生，还是学有余力的学生，都能在教学中获得适合自己的学习内容与指导，在原有基础上实现提升。三是聚焦学生的全面发展，打破“知识传授”的单一目标，将能力培养、素养培育、价值引领融入教学全过程，培养学生具备扎实的数学基础、较强的创新能力、应用能力与跨学科思维，同时塑造学生的科学精神、家国情怀与责任担当。让学生通过高等数学学习，不仅掌握知识与技能，更能提升综合素养，实现“学识、能力、品格”的全面发展。

（二）价值导向

“以学生发展为中心”理念的价值导向，本质上是实现“育人价值”的回归，为高等数学教学改革提供明确的方向指引，契合新时代高等教育内涵式发展的核心要求。其一，坚持“立德树人”的根本导向，将价值引领融入高等数学教学全过程，通过数学知识的传授、思维的训练，培养学生严谨求实、勇于探索、敢于创新的科学精神，塑造学生的家国情怀与责任担当，实现“教书”与“育人”的有机统一。高等数学不仅是一门工具性学科，更是一门育人学科，其蕴含的理性

思维、严谨精神，能够潜移默化地影响学生的品格塑造，助力学生成长为兼具专业能力与责任担当的高素质人才。其二，坚持“能力为重”的发展导向，打破“重知识、轻能力”的局限，聚焦学生创新能力、应用能力、逻辑思维能力、自主学习能力的培养，让学生不仅“学会知识”，更能“学会学习”“学会应用”“学会创新”，适应新时代人才培养的需求。在新工科、新文科建设背景下，人才的核心竞争力在于综合能力，“以学生发展为中心”的理念，正是要聚焦能力培养，让高等数学教学成为学生能力提升的重要载体。其三，坚持“公平包容”的教育导向，关注每一位学生的发展，兼顾不同基础、不同专业学生的需求，通过分层分类教学、个性化指导，缩小学生之间的学习差距，确保每一位学生都能在原有基础上获得提升，实现教育公平。无论是基础薄弱的学生，还是优秀学生，无论是理工科专业学生，还是文科、经管类专业学生，都能在高等数学教学中获得适合自己的发展空间，彰显教育的包容性与公平性。

三、“以学生发展为中心”理念的具体体现与实施路径

“以学生发展为中心”理念并非抽象的口号，而是要贯穿于高等数学教学的全过程，体现在教学内容、教学模式、教学方法、教学评价等各个环节，通过具体的实施路径，推动理念落地生根，转化为教学实践的具体行动，确保理念能够真正服务于学生的发展与教学质量的提升。

（一）具体体现

理念的具体体现的是理念落地的关键，“以学生发展为中心”在高等数学教学中的具体体现主要有三个方面，覆盖教学的全流程，确保理念能够渗透到每一个教学环节。一是关注学生个体差异，根据学生的数学基础、学习能力、专业需求，制定差异化的教学目标、教学内容与教学方案，推行分层分类教学。针对基础薄弱的学生，侧重基础知识的巩固与基本技能的训练，提供针对性的辅导与帮助，帮助其树立学习信心；针对优秀学生，增加拓展性内容与挑战性任务，为其提供提升空间，激发其学习潜力；针对不同专业的学生，优化教学内容侧重点，融入专业相关的应用案例，实现数学知识与专业需求的适配。二是尊重学生学习主体地位，改变“教师讲、学生听”的单向传输模式，引入探究式、合作式、项目式等教学方法，引导学生主动预习、主动思考、主动探究、主动交流，让学生真正参与到教学过程中。课堂上，减少教师单纯讲授的时间，增加学生自主探究、

小组讨论、展示交流的环节，让学生在主动参与中深化对知识的理解，提升自主学习能力；课后，引导学生自主复习、总结反思，形成系统的知识体系，培养自主学习习惯。三是聚焦学生能力素养提升，优化教学内容，强化数学建模、数值计算等应用型内容的教学，引入实际应用案例与工程实践项目，引导学生运用数学知识实际问题，培养学生的创新能力、应用能力与跨学科思维。同时，注重学生逻辑思维、抽象思维的训练，通过定理推导、问题探究等环节，提升学生的思维能力，实现“知识传授与能力培养”的协同推进。

（二）实施路径

推动“以学生发展为中心”理念落地，需要从教师角色、教学环节、学生参与三个方面构建具体的实施路径，形成“教师引导、学生主体、环节保障”的教学体系，确保理念转化为教学实践，取得实实在在的效果。一是转变教师教学角色，从“知识的传授者”向“学生学习的引导者、组织者、赋能者”转变。教师要摒弃传统的教学主导思维，主动关注学生的学习需求与发展特点，不再是单纯的“教书匠”，而是学生学习的引导者、组织者与赋能者。作为引导者，教师要引导学生主动思考、大胆探索，针对学生的疑问进行针对性指导，帮助学生理清学习思路，深化对知识的理解；作为组织者，教师要设计多样化的教学环节，为学生提供参与教学的机会，搭建交流互动与实践探究的平台，营造良好的学习氛围；作为赋能者，教师要针对学生的个体差异，提供个性化的学习指导与帮助，助力学生提升能力、实现发展。同时，教师要加强自身学习，提升专业素养与教学能力，主动学习新型教学方法、信息技术与跨学科知识，适应理念转变带来的教学需求变化，更好地服务于学生发展。

二是优化教学环节设计，构建“以学生为中心”的教学环节体系，实现课前、课中、课后的协同发力。课前，引导学生自主预习，通过线上学习资源、预习任务单等，让学生提前了解教学内容，明确学习重点与难点，带着问题进入课堂，提升课堂学习的针对性与实效性；课中，采用互动式、探究式教学，通过小组讨论、案例分析、项目探究等环节，引导学生主动参与、积极思考，深化对知识的理解，同时注重课堂反馈，及时掌握学生的学习情况，调整教学节奏与方法；课后，布置个性化的作业与实践任务，避免“一刀切”的作业模式，针对不同层次学生设计不同难度的作业，同时提供线上答疑、线下辅导等服务，帮助学生巩固知识、提升能力，引导学生自主复习、总结反思，形成系统的知识体系，培养自

主学习能力。此外，优化教学评价环节，将过程性评价与终结性评价相结合，全面反映学生的学习过程与能力提升，发挥评价的导向作用。

三是强化学生主体参与，搭建多样化的学生参与平台，激发学生的学习主动性与创造性。一方面，建立健全学生参与教学的机制，鼓励学生参与教学内容设计、教学方法优化、教学评价等环节，让学生的意见与需求得到充分尊重，增强学生的主体意识。例如，通过问卷调查、座谈会等形式，收集学生对教学内容、教学方法的意见与建议，根据学生需求优化教学方案；另一方面，搭建实践探究平台，开展数学建模竞赛、创新创业项目、实践调研等活动，让学生在实践中运用数学知识、提升能力，激发学生的学习兴趣与创新潜力；同时，搭建交流互动平台，鼓励学生之间相互交流、相互学习、相互帮助，形成良好的学习氛围，通过思维碰撞深化对知识的理解，提升学习效果。此外，建立激励机制，对主动参与、表现优秀的学生给予表彰与鼓励，激发学生的参与热情。

传统“以教师为中心”“以知识传授为核心”的教学理念已难以适应新时代高等数学教学改革与人才培养的需求，理念重构势在必行。“以学生发展为中心”理念以学生全面发展为核心，尊重学生主体地位、关注个体差异、聚焦能力素养提升，其价值导向与实施路径为高等数学教学改革提供了明确指引。通过转变教师角色、优化教学环节、强化学生参与，推动这一理念落地生根，能够打破传统教学的局限，提升教学质量，实现高等数学教学从“知识传授”向“育人赋能”的转型，让高等数学真正服务于学生的全面发展，为新工科、新文科人才培养奠定坚实基础。

第二节 数学核心素养的内涵与培养目标

新时代高等教育的核心任务是培养具有核心素养的高素质人才，数学核心素养作为学生综合素养的重要组成部分，是高等数学教学的核心目标，也是推动高等数学教学改革的重要引领。在新工科、新文科建设背景下，高等数学教学不仅要传递知识与技能，更要聚焦学生核心素养的培育，助力学生形成适应终身发展与社会发展需要的必备品格与关键能力。界定高等数学核心素养的核心内涵，明确其核心要素，结合高等教育人才培养要求与不同专业需求制定分层培养目标，阐述其与高等数学教学的内在关联，能够为高等数学教学改革提供明确的目标导

向,推动教学内容、教学模式、评价方式的优化升级,实现“素养导向”的教学转型。

一、高等数学核心素养的核心内涵与核心要素

高等数学核心素养是学生学习高等数学的过程中,逐步形成的适应个人终身发展与社会发展需要的必备品格与关键能力,是数学知识、数学思维、数学方法、数学精神的有机融合,其核心内涵体现为“用数学的眼光观察世界、用数学的思维分析世界、用数学的方法解决世界”,是学生通过高等数学学习所积淀的综合素养,具有综合性、稳定性、迁移性的特点。

(一) 核心内涵

高等数学核心素养的核心内涵,本质上是学生通过高等数学学习所形成的综合素养,涵盖知识、能力、品格三个层面,三者相互渗透、有机统一,共同构成了核心素养的完整体系。在知识层面,核心素养体现为对高等数学核心知识(微积分、线性代数、概率统计等)的扎实掌握与灵活运用,这是核心素养形成的基础,没有扎实的数学知识,能力培养与品格塑造就无从谈起。学生不仅要掌握数学概念、定理、公式等基础知识,更要理解知识的本质与内在关联,能够灵活运用知识解决各类问题。在能力层面,核心素养体现为运用数学知识分析问题、解决问题的能力,包括逻辑推理、数学建模、数学运算、数据分析等关键能力,这是核心素养的核心内容,也是学生适应专业学习与职业发展的关键。学生要能够运用数学思维分析问题、运用数学方法解决问题,具备自主探究、创新应用的能力。在品格层面,核心素养体现为通过数学学习形成的严谨求实、勇于探索、敢于创新、坚持不懈的科学品格与思维品质,这是核心素养的灵魂,能够影响学生的终身发展。学生在数学学习中养成的严谨态度、探究精神、创新意识,能够迁移到专业学习与日常生活中,成为其终身发展的重要支撑。高等数学核心素养不是单一的能力或品格,而是知识、能力、品格的有机统一,是学生在长期数学学习中逐步积淀形成的,能够迁移应用到专业学习、职业发展与日常生活中,为学生的终身发展提供保障。

(二) 核心要素

结合高等数学的学科特点与新时代人才培养需求,高等数学核心素养包含六大核心要素,各要素相互关联、相互支撑,共同构成完整的核心素养体系,覆盖

了数学学习的全过程，体现了高等数学的育人价值。一是数学抽象，即从具体的数学现象、实际问题中抽象出数学概念、数学关系、数学规律的能力，是高等数学学习的基础，也是形成其他核心素养的前提。数学抽象能力能够帮助学生摆脱具体事物的束缚，抓住事物的本质特征，将具体问题转化为数学问题。例如，从实际问题中抽象出函数、极限、导数等数学概念，从具体的运算中抽象出数学公式与运算规律，从复杂的现象中抽象出数学模型，这是学生理解数学知识、运用数学知识的前提。缺乏数学抽象能力，学生就难以理解抽象的数学知识，无法形成系统的数学思维，也难以运用数学知识解决实际问题。

二是逻辑推理，即根据已知的数学概念、定理、公式，通过合理的推理与论证，得出新的结论、解决数学问题的能力，是高等数学的核心思维能力，也是数学学科的本质特征。逻辑推理能力包括合情推理（从特殊到一般、从具体到抽象）与演绎推理（从一般到特殊、从理论到实践），二者相辅相成、缺一不可。合情推理能够帮助学生发现规律、提出猜想，激发学生的创新意识；演绎推理能够帮助学生验证猜想、证明结论，培养学生的严谨思维与理性思维。在高等数学教学中，定理的推导、公式的证明、问题的求解，都需要运用逻辑推理能力，通过逻辑推理，学生能够深化对知识的理解，形成严谨的思维品质，提升解决问题的能力。

三是数学建模，即将实际问题转化为数学问题，构建数学模型，运用数学知识与方法求解模型，进而解决实际问题的能力，是高等数学应用价值的核心体现，也是连接数学知识与实际应用的桥梁。数学建模能力能够帮助学生打破“学用脱节”的局限，提升运用数学知识解决实际问题的能力，适配新工科、新文科人才培养的应用导向。在实际教学中，通过引入工程实践、社会生活、专业领域的实际问题，引导学生构建数学模型，运用微积分、线性代数、概率统计等知识求解模型，能够让学生感受到数学的实用价值，提升应用能力与创新能力。例如，在工科专业中，通过构建数学模型解决工程优化、数值计算等问题；在经管类专业中，通过构建数学模型进行经济分析、决策优化，都是数学建模能力的具体体现。

四是直观想象，即借助图形、图像、空间想象等方式，理解数学概念、分析数学关系、解决数学问题的能力，是连接抽象数学知识与具体实际问题的桥梁，能够帮助学生更好地理解抽象的数学知识。直观想象能力能够帮助学生将抽象的数学概念、定理转化为具体的图形、图像，通过图形分析深化对知识的理解，找到解决问题的思路。例如，通过空间想象理解空间向量、多元函数的几何意义，

通过图形分析理解函数的单调性、极值等性质，通过图像分析理解概率统计中的数据分布，能够提升学生对数学知识的理解与运用能力。缺乏直观想象能力，学生就难以理解抽象的数学知识，无法快速找到解决问题的思路，影响学习效果与能力提升。

五是数学运算，即根据数学概念、定理、公式，进行准确、高效的数学运算与数值求解的能力，是高等数学学习的基本能力，也是学生开展数学学习、专业学习、工程实践的基础。数学运算能力包括微积分运算、线性代数运算、概率统计运算等，涵盖了高等数学的各类运算内容，是学生掌握数学知识、解决数学问题的必备能力。准确、高效的数学运算能力，能够帮助学生快速求解数学问题，提升学习效率，同时培养学生的严谨性与细致性。在实际教学中，通过强化运算训练，引导学生掌握运算方法、优化运算过程，能够提升学生的数学运算能力，为后续专业学习与实践活动提供支撑。

六是数据分析，即收集数据、整理数据、分析数据，运用统计方法提取数据中的信息，进而进行推断、决策的能力，是新时代人才的必备能力，也是高等数学核心素养的重要组成部分。随着大数据、人工智能的发展，数据分析能力的重要性日益凸显，高等数学中的概率统计内容为数据分析能力的培养提供了重要支撑。数据分析能力能够帮助学生从海量数据中提取有用信息，通过统计分析进行推断与决策，适应新时代对人才数据素养的要求。例如，在经管类专业中，通过数据分析进行市场调研、经济预测；在工科专业中，通过数据分析优化工程设计、提升产品质量，都是数据分析能力的具体体现。

二、数学核心素养的分层培养目标

高等数学核心素养的培养并非“一刀切”，而是要结合高等教育人才培养的总体要求，兼顾不同专业、不同层次学生的需求，制定分层培养目标，实现“基础性与专业性、普遍性与差异性”的有机统一，确保每一位学生都能在原有基础上提升核心素养，让核心素养培养更具针对性与实效性。

（一）分层培养的依据

数学核心素养分层培养的依据主要有三个方面，三者相互结合、综合考量，确保分层培养目标的科学性与合理性，贴合人才培养需求与学生实际情况。一是高等教育人才培养的总体要求，即培养具有创新精神、实践能力、交叉融合能力

的高素质人才，核心素养的培养要围绕这一总体要求展开，确保培养目标与高等教育的核心任务保持一致。新时代高等教育强调内涵式发展，注重学生综合素养的提升，核心素养的分层培养要服务于这一目标，助力学生成为适应时代发展需求的高素质人才。二是不同专业的人才培养目标，新工科、经管类、文科等不同专业对数学核心素养的需求不同，侧重点也不同。例如，新工科专业侧重数学建模、数学运算、数据分析能力，因为这些能力是解决工程问题、技术创新的关键；经管类专业侧重数据分析、数学建模能力，因为这些能力是进行经济分析、决策优化的基础；文科专业侧重数学抽象、逻辑推理能力，因为这些能力能够帮助学生提升思维品质、分析社会现象。因此，分层培养目标要结合不同专业的需求，突出专业适配性。三是学生的个体差异，学生的数学基础、学习能力、学习兴趣存在明显差异，核心素养的培养要兼顾基础薄弱学生与优秀学生的需求，实现“因材施教”。基础薄弱的学生需要侧重基础知识的巩固与基本能力的提升，优秀学生则需要侧重能力的拓展与创新，确保每一位学生都能在原有基础上获得提升，避免出现“基础薄弱学生跟不上、优秀学生吃不饱”的现象。

（二）分层培养目标的具体内容

结合上述依据，将数学核心素养的培养目标分为基础层、提高层、应用层三个层次，各层次目标相互衔接、逐步提升，兼顾普遍性与差异性，覆盖不同专业、不同层次的学生，确保核心素养培养能够落地见效。基础层目标，面向全体学生，是核心素养培养的基本要求，主要聚焦于数学基础知识的掌握与基本能力的提升，确保每一位学生都能达到高等数学教学的基本要求，为后续专业学习与能力提升奠定基础。要求学生掌握高等数学的核心概念、定理、公式，理解知识的基本内涵与内在关联，具备基本的数学抽象、逻辑推理、数学运算能力；能够理解简单的数学模型与数据分析方法，能够解决基础的数学问题与简单的实际问题；形成基本的数学思维与科学品格，养成认真细致、勤于思考的学习态度。这一层次目标主要满足学生后续专业学习的基础需求，无论哪个专业、哪个层次的学生，都需要达到这一基本要求，确保高等数学作为基础课程的育人价值得到充分体现。

提高层目标，面向基础较好、学有余力的学生，是核心素养培养的提升要求，主要聚焦于能力的提升与思维的拓展，为学生后续专业深造、创新实践奠定基础。要求学生在掌握基础层目标的基础上，进一步提升数学抽象、逻辑推理、数学建模、直观想象、数据分析能力；能够运用数学知识解决较为复杂的数学问题与实

际问题，能够自主开展简单的数学探究活动，提出合理的猜想与解决方案；形成较为系统的数学思维与科学精神，具备一定的创新意识与探究能力，能够灵活运用数学知识分析问题、解决问题。这一层次目标主要满足优秀学生的发展需求，激发其学习潜力，培养其创新能力与探究能力，为其后续考研、科研、创新创业提供支撑。

应用层目标，面向不同专业的学生，是核心素养培养的专业适配要求，主要聚焦于核心素养与专业需求的融合，提升学生的专业适配能力，让数学核心素养真正服务于专业学习与职业发展。要求学生结合自身专业特点，重点提升与专业相关的核心素养要素，实现数学核心素养与专业能力的协同提升。例如，新工科专业学生重点提升数学建模、数学运算、数据分析能力，能够运用数学知识解决专业相关的工程问题、技术问题，如工程优化、数值模拟、数据处理等；经管类专业学生重点提升数据分析、数学建模能力，能够运用数学知识进行经济分析、决策优化、市场预测等；文科专业学生重点提升数学抽象、逻辑推理能力，能够运用数学思维分析社会现象、解决简单的人文社科问题，如社会统计、数据分析等。这一层次目标主要满足不同专业学生的个性化需求，实现数学知识与专业需求的深度融合，发挥高等数学的赋能作用。

三、数学核心素养与高等数学教学的内在关联及引领作用

数学核心素养与高等数学教学是相互关联、相互促进的关系，数学核心素养是高等数学教学的核心目标，高等数学教学是培养学生核心素养的重要载体，素养导向能够为高等数学教学改革提供明确的引领，推动教学内容、教学模式、评价方式的优化升级，实现高等数学教学的转型发展。

（一）内在关联

一方面，高等数学教学是培养学生数学核心素养的重要载体，数学核心素养的六大要素，均需要通过高等数学的教学过程逐步培养，没有高等数学教学的支撑，核心素养的培养就无从谈起。高等数学的教学内容、教学方法、教学环节，都与核心素养的培养密切相关。例如，通过数学概念的讲解与探究，引导学生从具体现象中抽象出数学概念，培养学生的数学抽象能力；通过定理的推导与论证，引导学生进行逻辑推理，培养学生的逻辑推理能力；通过数学建模课程与实践活动，引导学生将实际问题转化为数学问题，培养学生的数学建模能力；通过运算

练习与数值求解，培养学生的数学运算能力；通过概率统计内容的教学，引导学生收集、整理、分析数据，培养学生的数据分析能力；通过图形、图像的讲解与分析，培养学生的直观想象能力。可以说，高等数学教学的每一个环节，都是培养学生核心素养的重要途径。

另一方面，数学核心素养的培养能够推动高等数学教学质量的提升，引导教学从“知识传授”向“素养培育”转型，让高等数学教学更具针对性、实效性，更好地适配学生的发展需求与专业人才培养需求。核心素养的培养能够帮助学生深化对数学知识的理解与运用，避免机械记忆与被动接受，让学生真正理解数学知识的本质与价值，提升学习兴趣与学习主动性。同时，核心素养的培养能够推动教学内容、教学模式、教学方法的优化，让教学更贴合学生的需求与时代的要求，形成“教学相长”的良性循环。例如，为了培养学生的数学建模能力，需要引入更多实际应用案例与工程实践项目，优化教学内容；为了培养学生的逻辑推理能力，需要采用探究式、互动式教学方法，引导学生主动思考、大胆探索。

（二）引领作用

数学核心素养对高等数学教学改革的引领作用，主要体现在教学内容、教学模式、评价方式三个方面，为教学改革提供明确的方向指引，推动高等数学教学实现高质量发展。一是引领教学内容优化，聚焦核心素养培养，优化课程内容体系，让教学内容更贴合核心素养培养的目标。在教学内容的选择与编排上，既要保留高等数学的核心知识，确保学生掌握扎实的数学基础，为核心素养培养提供支撑；也要强化与核心素养相关的内容，如数学建模、数据分析、逻辑推理训练等，增加应用型、探究性内容的比重，减少冗余、晦涩且与实际应用关联不大的理论内容。同时，结合不同专业的需求，优化内容侧重点，融入专业相关的应用案例，实现“知识传授与素养培养”的协同推进，让教学内容更贴合核心素养培养的目标，更适配不同专业学生的需求。例如，为工科专业学生增加工程建模、数值计算等内容，为经管类专业学生增加数据分析、经济建模等内容，为文科专业学生增加逻辑推理、社会统计等内容。

二是引领教学模式创新，突破传统教学模式的局限，构建素养导向的教学模式，提升教学的实效性。摒弃“填鸭式”教学，采用探究式、合作式、项目式、案例式等新型教学方法，引导学生主动思考、大胆探索，在探究过程中培养核心素养。探究式教学能够引导学生自主探究数学概念、定理的本质，培养学生的探

究能力与逻辑推理能力；合作式教学能够引导学生相互交流、相互协作，培养学生的合作能力与沟通能力；项目式教学能够引导学生围绕实际项目开展探究实践，培养学生的数学建模能力与应用能力；案例式教学能够引导学生结合实际案例理解数学知识，提升学生的应用能力。同时，推动信息技术与教学深度融合，利用线上线下混合式教学、翻转课堂等模式，为学生提供多样化的学习渠道，提升教学的趣味性与实效性，助力核心素养的培养。

三是引领评价方式改革，打破单一的期末考试评价模式，构建素养导向的多元化、过程化评价体系，发挥评价的导向作用。评价内容不仅要考查学生的数学知识掌握情况，更要重点评价学生的核心素养发展水平，如逻辑推理能力、数学建模能力、数据分析能力等，全面反映学生的综合素养。评价方式要注重过程性评价，将课堂表现、作业完成质量、实践成果、探究活动表现等纳入评价范围，避免“一考定终身”，全面反映学生的学习过程与能力提升。评价主体要多元化，引入学生自评、同学互评、教师评价、企业导师评价等，确保评价结果的客观性与全面性。同时，强化评价结果的应用，将评价结果作为教学优化、个性化指导的重要依据，实现“以评促学、以评促教、以评促素养提升”，推动核心素养培养落地见效。

数学核心素养是高等数学教学的核心目标，其六大核心要素相互关联、相互支撑，构成了完整的素养体系，涵盖了知识、能力、品格三个层面，能够为学生的终身发展提供支撑。结合高等教育人才培养要求与不同专业、不同层次学生的需求，制定分层培养目标，能够实现“因材施教”，确保核心素养培养的针对性与实效性。数学核心素养与高等数学教学存在密切的内在关联，其素养导向能够引领教学内容、教学模式、评价方式的改革，推动高等数学教学从“知识传授”向“素养培育”转型，提升教学质量，赋能学生全面发展与专业人才培养。

第三节 从知识传授到能力培养的范式转变

教学范式是教学理念、教学目标、教学内容、教学方法的有机统一，决定着教学的整体效果与人才培养质量，是高等数学教学改革的核心载体。传统高等数学教学长期沿用“知识传授型”教学范式，过度关注知识的传递，忽视能力的培养，难以适应新时代新工科、新文科人才培养的需求，也无法满足学生全面发展

的需要。推动高等数学教学从“知识传授型”向“能力培养型”范式转变，分析传统范式的局限性，明确新型范式的核心特征，提出具体的转变路径，是高等数学教学改革的关键环节，也是实现人才培养目标的重要保障，能够让高等数学教学真正服务于学生能力提升与专业人才培养。

一、传统“知识传授型”教学范式的局限性

传统“知识传授型”教学范式以“知识传授”为核心目标，以教师为中心，以讲授式教学为主要方法，形成了“教师讲、学生听、记笔记、做练习”的固定教学模式。这种范式在特定历史时期曾发挥过一定作用，为我国高等教育培养了大批具备基础数学素养的人才，但随着时代发展，其局限性日益凸显，严重制约了学生能力的培养与教学质量的提升，与新时代人才培养要求形成明显脱节。

（一）重理论轻应用，学用脱节现象突出

传统“知识传授型”范式过度侧重高等数学的理论知识讲解，如公式推导、定理证明、理论体系梳理等，将大量时间用于知识点的灌输，而忽视了数学知识的实际应用与实践能力的培养。教学内容多为抽象的数学知识，缺乏与实际应用场景、专业需求的结合，案例陈旧、单一，多为抽象的数学例题，与学生的专业学习、日常生活关联不大，导致学生难以理解数学知识的实用价值，无法将所学知识运用到实际问题与专业学习中，出现“学用脱节”的现象。例如，学生能够熟练掌握微积分的公式推导与运算，但面对专业领域的实际问题，却无法运用微积分知识进行分析与解决；能够记忆线性代数的定理与公式，却无法将其应用到数据分析、工程优化等实际场景中。这种“重理论、轻应用”的倾向，难以满足新工科、新文科人才培养对实践能力、应用能力的需求，也无法发挥高等数学作为基础课程的赋能作用。

（二）重记忆轻思考，创新能力被压抑

传统范式将学生的学习目标定位为掌握数学知识、记忆公式定理、熟练运算技能，教学过程中过度强调学生对知识的记忆与复述，忽视了学生的主动思考、自主探究与创新思维的培养。教师多采用“填鸭式”教学，将知识直接传递给学生，学生被动接受、机械记忆，缺乏主动思考、大胆探索的机会，难以形成独立思考能力与创新思维。教学过程中，教师多注重“教什么”，而忽视“怎么学”，很少引导学生探究数学概念的本质、定理的推导逻辑、问题的求解思路，导致学

生对数学知识的理解停留在表面,无法灵活运用知识解决新问题。这种“重记忆、轻思考”的模式,压抑了学生的创新潜力,无法培养学生的创新能力,与新时代人才培养“注重创新、鼓励探索”的核心需求相悖。在新时代背景下,无论是科学研究、工程技术创新,还是社会发展,都需要具备创新思维与创新能力的人才,而传统教学范式显然无法满足这一需求。

（三）重结果轻过程，思维能力培养不足

传统范式过度关注学生的学习结果,即考试成绩、作业正确率等,而忽视了学生的学习过程与思维过程的培养。教学过程中,教师多注重“教什么”与“教会什么”,而忽视“怎么学”与“如何思考”,未能引导学生探究数学概念的本质、定理的推导逻辑、问题的求解思路,导致学生对数学知识的理解停留在表面,难以形成系统的思维能力与学习方法。例如,在讲解数学定理时,教师多直接给出定理内容与证明过程,让学生记忆背诵,而不引导学生思考“定理为什么这样推导”“定理的适用场景是什么”“如何运用定理解决问题”,导致学生虽然能够记忆定理,却无法理解定理的本质,也无法灵活运用定理。这种“重结果、轻过程”的倾向,无法培养学生的逻辑思维、抽象思维、创新思维等核心思维能力,影响了学生的终身发展。思维能力是学生适应终身发展与社会发展的关键能力,而传统教学范式恰恰忽视了这一核心能力的培养。

（四）重统一轻差异，因材施教难以落实

传统范式采用“大一统”的教学模式,教学内容、教学节奏、教学方法均采用统一标准,忽视了学生的个体差异,如数学基础、学习能力、学习兴趣、专业需求等方面的差异。教师无法兼顾不同基础、不同需求的学生,导致基础薄弱学生跟不上教学节奏,逐渐丧失学习信心,甚至出现厌学、挂科等现象;优秀学生则觉得教学内容过于简单,学习积极性得不到激发,潜力难以得到充分发挥,学生之间的学习差距逐步扩大。同时,传统范式忽视了不同专业学生的需求差异,采用统一的教学内容与教学方法,无法适配不同专业对数学知识的需求,导致数学教学与专业学习脱节,无法发挥高等数学的赋能作用。这种“重统一、轻差异”的模式,使得因材施教难以落实,影响了教学的公平性与实效性,也无法满足学生的个性化发展需求。

二、“能力培养型”教学范式的核心特征

“能力培养型”教学范式是适应新时代人才培养需求的新型教学范式，其核心是打破传统范式的桎梏，实现“知识传授与能力培养”的协同推进，聚焦学生创新能力、应用能力、思维能力的提升，构建“以学生为中心、以能力为导向、以实践为支撑”的教学体系，其核心特征主要体现在四个方面，相互关联、有机统一，彰显了新时代高等数学教学的育人价值。

（一）核心目标：知识传授与能力培养协同统一

“能力培养型”范式打破了传统范式“重知识、轻能力”的局限，将“知识传授”与“能力培养”作为教学的双重核心目标，实现二者的协同统一，既注重学生对高等数学核心知识的扎实掌握，又聚焦学生综合能力的提升。一方面，注重学生对高等数学核心知识的扎实掌握，夯实学生的数学基础，为能力培养提供支撑。知识是能力的基础，没有扎实的数学知识，能力培养就无从谈起，因此，“能力培养型”范式并不否定知识传授的重要性，而是将知识传授作为能力培养的基础，引导学生理解知识的本质与内在关联，扎实掌握核心知识。另一方面，聚焦学生创新能力、应用能力、逻辑思维能力、自主学习能力等核心能力的培养，引导学生运用数学知识分析问题、解决问题，实现“学用结合”。通过能力培养，让学生不仅“学会知识”，更能“学会学习”“学会应用”“学会创新”，适应新时代人才培养的需求。这种目标导向，既保证了学生的知识基础，又提升了学生的综合能力，适配新工科、新文科人才培养的核心要求。

（二）主体定位：学生为中心，教师为引导

“能力培养型”范式彻底打破“以教师为中心”的传统定位，确立“学生为主体、教师为引导”的教学关系，充分尊重学生的主体地位，激发学生的学习主动性与创造性。学生是学习的核心参与者，教师不再是知识的唯一传递者，而是学生学习的引导者、组织者、赋能者。教学过程中，教师的主要任务是引导学生主动思考、大胆探索、自主学习，为学生提供学习指导与帮助，搭建实践探究平台；学生则主动参与教学过程，积极思考、主动探究、相互交流，在探究过程中提升能力、积累知识，真正成为学习的主人。例如，在课堂教学中，教师不再是单纯的讲授者，而是引导学生开展自主探究、小组讨论，针对学生的疑问进行针对性指导，帮助学生理清学习思路，深化对知识的理解；在实践教学中，教师引

导学生围绕实际项目开展探究,培养学生的应用能力与创新能力。这种主体定位,能够充分调动学生的学习主动性与创造性,提升教学的实效性。

（三）教学导向：实践导向与创新导向并重

“能力培养型”范式突出实践导向与创新导向,将实践教学与创新教学融入教学全过程,打破传统范式“重理论、轻实践”“重记忆、轻创新”的局限,提升学生的实践能力与创新能力。一方面,强化实践导向,引入大量的实际应用案例、工程实践项目、数学建模任务等,引导学生运用数学知识解决实际问题,提升学生的实践能力与应用能力,打破“学用脱节”的局限。实践是能力培养的重要途径,通过实践教学,让学生将所学知识运用到实际场景中,深化对知识的理解,提升应用能力。例如,引入工科专业的工程优化案例、经管类专业的经济分析案例、文科专业的社会统计案例,让学生结合专业需求开展实践探究。另一方面,强化创新导向,采用探究式、合作式、项目式等教学方法,引导学生主动探究、大胆创新,培养学生的创新思维与创新能力,鼓励学生提出新想法、新方法、新思路,激发学生的创新潜力。例如,通过开展数学建模竞赛、创新创业项目等活动,引导学生自主创新,培养学生的创新能力与团队协作能力。

（四）教学模式：多元化、个性化、互动化

“能力培养型”范式打破了传统单一的讲授式教学模式,构建多元化、个性化、互动化的教学模式,适配不同学生的需求与时代的要求,提升教学的趣味性与实效性。在教学方法上,融合探究式、合作式、项目式、案例式、翻转课堂等多种教学方法,丰富教学形式,避免教学模式的单一化。探究式教学引导学生自主探究知识,合作式教学促进学生相互交流协作,项目式教学培养学生的实践能力与创新能力,案例式教学提升学生的应用能力,翻转课堂实现课前预习与课堂探究的协同发力,多种教学方法的融合,能够满足不同学生的学习需求,提升教学效果。在教学实施上,推行分层分类教学,结合学生的个体差异与专业需求,制定个性化的教学方案,实现“因材施教”。针对基础薄弱的学生,侧重基础知识的巩固与基本能力的提升;针对优秀学生,增加拓展性内容与挑战性任务;针对不同专业的学生,优化教学内容侧重点,实现专业适配。在教学互动上,强化课堂互动、小组互动、师生互动,引导学生主动参与、积极交流,通过思维碰撞深化对知识的理解,提升能力。例如,课堂上开展小组讨论、展示交流等活动,鼓励学生大胆提问、大胆发言,营造良好的互动氛围。

三、教学范式转变的关键路径

推动高等数学教学从“知识传授型”向“能力培养型”范式转变，并非简单的教学方法调整，而是涉及教学理念、教学内容、教学方法、教学评价等多个方面的系统性改革，需要构建具体的实施路径，确保范式转变落地见效，实现教学质量的全面提升。

（一）优化教学内容，夯实能力培养的知识基础

教学内容是范式转变的基础，需要围绕能力培养目标，优化课程内容体系，让教学内容更贴合能力培养的需求，实现“知识传授与能力培养”的协同推进。一是删减冗余、晦涩且与实际应用关联不大的理论内容，保留高等数学的核心知识与核心技能，确保学生掌握扎实的数学基础，为能力培养提供支撑。例如，删减过于繁琐的理论推导，保留核心定理、公式的推导与讲解，重点引导学生理解知识的本质与应用方法，避免陷入“重推导、轻应用”的误区。二是强化应用型内容的教学，增加数学建模、数值计算、数据分析等内容的比重，引入与专业相关的实际应用案例、工程实践项目，推动数学知识与专业需求、实际应用的深度融合，提升学生的应用能力。例如，为工科专业学生增加工程建模、数值模拟等内容，结合机械设计、电路分析等专业场景设计实践任务；为经管类专业学生增加数据分析、经济建模等内容，引入市场调研、成本核算等实际案例；为文科专业学生增加社会统计、逻辑推理等内容，结合社会调查、数据分析等场景开展教学，让不同专业学生都能感受到数学知识的实用价值。三是融入新兴领域的数学知识，如大数据、人工智能、量子计算等相关的数学基础内容，拓宽学生的数学视野，培养学生的跨学科思维与创新能力，适应时代发展的需求。例如，在微积分教学中融入机器学习中的梯度下降算法原理，在线性代数教学中融入大数据分析中的矩阵运算应用，让学生了解数学知识在新兴领域的应用，激发学习兴趣与创新潜力。四是推行模块化教学，根据不同专业、不同层次学生的需求，构建差异化的内容模块，实现“因材施教”，满足不同学生的能力培养需求。例如，设置基础模块、提高模块、应用模块，基础模块聚焦核心知识与基本技能，提高模块聚焦能力拓展与思维训练，应用模块聚焦专业适配与实践应用，让不同层次、不同专业的学生能够选择适合自己的学习内容，确保每一位学生都能在原有基础上获得提升。

（二）创新教学方法，构建能力导向的教学模式

教学方法的创新是范式转变的关键，需要打破传统讲授式教学的局限，构建多元化、互动化、实践化的教学方法体系，提升教学的实效性，培养学生的综合能力。一是推广探究式教学，引导学生围绕数学概念、定理、实际问题开展自主探究，培养学生的逻辑思维与创新思维。教师可以设置探究任务，引导学生自主查阅资料、分析问题、解决问题，在探究过程中深化对知识的理解，提升探究能力。例如，在讲解极限概念时，教师可以设置“如何描述变量的变化趋势”这一探究任务，引导学生结合生活中的实例（如汽车行驶速度的变化、物体冷却的过程）自主探究，逐步抽象出极限的定义，让学生在探究过程中体会数学抽象与逻辑推理的过程，提升思维能力。二是推行合作式教学，通过小组讨论、小组项目等形式，引导学生相互交流、相互协作，提升学生的合作能力与沟通能力。例如，将学生分为若干小组，围绕实际问题开展小组探究，小组内分工合作，共同完成探究任务，如构建数学模型、求解实际问题等，在合作过程中，学生相互交流思路、分享方法，不仅能够提升解决问题的能力，还能培养团队协作意识。三是强化项目式教学，设计与专业相关的数学建模项目、实践探究项目，让学生在项目实践中运用数学知识解决实际问题，提升实践能力与创新能力。项目式教学以实际项目为载体，引导学生从项目需求出发，运用数学知识分析问题、解决问题，实现“学用结合”。例如，为工科专业学生设计“工程优化项目”，让学生运用微积分、线性代数知识优化工程设计方案；为经管类专业学生设计“经济预测项目”，让学生运用概率统计、数据分析知识进行市场预测与决策，通过项目实践，让学生在解决实际问题的过程中提升能力。四是深化案例式教学，选择具有针对性、实用性的案例，结合教学内容展开讲解与分析，引导学生从案例中提炼数学方法、总结数学规律，提升应用能力。案例的选择要贴合学生的专业需求与生活实际，具有代表性与启发性，例如，在讲解导数的应用时，引入“利润最大化”“成本最小化”等经管类案例，在讲解定积分的应用时，引入“平面图形面积计算”“物体做功计算”等工科类案例，让学生通过案例分析，掌握数学知识的应用方法，提升应用能力。五是推动信息技术与教学深度融合，利用线上线下混合式教学、翻转课堂等模式，为学生提供多样化的学习渠道，提升教学的趣味性与实效性。例如，利用线上学习平台发布预习资源、教学视频、练习题等，让学生在课前自主预习，课堂上集中开展互动探究、案例分析等活动，课后通过线上平台进行复习与答疑，实现课

前、课中、课后的协同发力；利用数学软件（如 Mathematica、Matlab）辅助教学，让学生通过软件进行数值计算、图形绘制、数学建模等实践操作，提升实践能力与创新能力。

（三）改革教学评价，发挥评价的导向与激励作用

教学评价是推动教学范式转变的重要保障，需要打破传统单一的终结性评价模式，构建多元化、过程化、能力导向的教学评价体系，发挥评价的导向作用，推动学生能力的提升与教学质量的改善。一是优化评价内容，打破“重知识、轻能力”的评价倾向，将知识掌握情况与能力发展水平、素养培育情况结合起来，全面评价学生的综合表现。评价内容不仅要考查学生对数学概念、定理、公式的掌握情况，更要重点评价学生的逻辑推理能力、数学建模能力、数据分析能力、自主学习能力、创新能力等核心能力，以及严谨求实、勇于探索的科学品格。例如，在评价中增加实践项目成果、数学建模报告、探究活动表现等评价内容，全面反映学生的能力与素养。二是丰富评价方式，推行过程性评价与终结性评价相结合的评价方式，避免“一考定终身”。过程性评价主要考查学生的学习过程，包括课堂表现、作业完成质量、预习与复习情况、小组合作表现、实践探究成果等，通过课堂提问、作业批改、小组评价、实践考核等方式收集学生的学习过程信息，全面反映学生的学习态度与能力提升；终结性评价主要考查学生的知识掌握与能力综合运用情况，可采用期末考试、综合实践考核等形式，注重考查学生运用数学知识解决实际问题的能力，而非单纯的记忆与运算能力。三是实现评价主体多元化，引入学生自评、同学互评、教师评价、企业导师评价等多种评价主体，确保评价结果的客观性与全面性。学生自评能够让学生反思自己的学习过程与不足，提升自主学习意识；同学互评能够促进学生相互交流、相互学习，发现彼此的优点与不足；教师评价能够为学生提供专业的指导与反馈；对于有实践项目的课程，可引入企业导师评价，从实践应用的角度评价学生的能力与表现，让评价更贴合实际需求。四是强化评价结果的应用，将评价结果作为教学优化、个性化指导、学生激励的重要依据，实现“以评促学、以评促教、以评促素养提升”。对于评价中发现的学生不足，教师要及时进行针对性指导，帮助学生改进学习方法、提升能力；对于表现优秀的学生，给予表彰与鼓励，激发其学习积极性与创新潜力；同时，根据评价结果优化教学内容、教学方法与教学环节，提升教学的针对性与实效性，推动教学范式的持续优化。

（四）强化师资建设，提升教师的教学与能力培养能力

教师是教学范式转变的核心力量，教师的教学能力与专业素养直接影响范式转变的成效，因此，需要强化师资建设，提升教师的教学能力与能力培养能力，为教学范式转变提供人才支撑。一是加强教师教学理念培训，引导教师转变传统教学理念，树立“以学生为中心”“能力培养为导向”的教学理念，深刻理解“能力培养型”教学范式的核心内涵与要求，主动适应教学范式转变的需求。通过专题培训、教学研讨、名师讲座等形式，让教师学习新型教学理念、教学方法与教学模式，更新教学观念，提升教学认知水平。二是提升教师的专业素养与实践能力，加强教师对高等数学核心知识、新兴领域数学知识、跨学科知识的学习，拓宽教师的知识视野，提升教师的专业功底；同时，强化教师的实践能力培养，组织教师参与工程实践、科研项目、数学建模培训等活动，让教师了解数学知识的实际应用场景，提升教师的实践教学能力与数学建模指导能力，能够更好地引导学生开展实践探究活动。三是加强教学团队建设，构建一支结构合理、能力突出、富有创新精神的教学团队，通过集体备课、教学研讨、经验分享等形式，促进教师之间的交流与合作，共享教学经验与教学资源，提升团队的整体教学水平。鼓励教师开展教学改革研究，探索适合高等数学教学的新型教学方法与教学模式，推动教学范式的创新与优化。四是建立健全教师激励机制，鼓励教师积极参与教学改革、教学研究与师资培训，对在教学改革中表现突出、教学效果显著的教师给予表彰与奖励，激发教师的教学积极性与创新潜力，推动教师主动提升自身能力，适应教学范式转变的需求。

传统“知识传授型”教学范式已难以适应新时代高等数学教学改革与人才培养的需求，推动其向“能力培养型”教学范式转变，是高等数学教学改革的必然选择。“能力培养型”教学范式以知识传授与能力培养协同统一为核心目标，以学生为中心、教师为引导，突出实践导向与创新导向，构建多元化、个性化、互动化的教学模式，能够有效提升学生的综合能力，适配新工科、新文科人才培养的需求。通过优化教学内容、创新教学方法、改革教学评价、强化师资建设等关键路径，能够推动教学范式转变落地见效，打破传统教学的局限，实现高等数学教学从“知识传授”向“能力培养”的转型，提升教学质量，赋能学生全面发展与专业人才培养，让高等数学真正发挥基础课程的育人价值与赋能作用。

第四节 数学文化与科学精神的融合育人价值

高等数学教学不仅是知识传授与能力培养的过程，更是文化浸润与精神塑造的过程。数学文化作为高等数学学科的灵魂，蕴含着丰富的历史积淀、思维智慧与精神内核，科学精神则是新时代高素质人才必备的核心品格，二者深度融合，是高等数学实现“立德树人”根本任务、推动教学改革向纵深发展的重要路径。在新工科、新文科建设背景下，界定高等数学教学中数学文化的核心内涵，挖掘其育人价值，剖析其与科学精神的内在关联，明确数学文化对学生科学精神培养的重要作用，能够丰富高等数学教学的育人维度，推动教学从“知识赋能”向“文化浸润”“精神塑造”升级，实现“知识传授、能力培养、价值引领”的有机统一，赋能学生全面发展。

一、高等数学教学中数学文化的核心内涵

高等数学教学中的数学文化，并非单纯的数学知识堆砌，而是以高等数学知识为载体，涵盖数学史、数学思想、数学方法、数学精神四大核心要素，相互渗透、有机统一的文化体系，是数学学科在长期发展过程中积淀形成的价值观念、思维方式与行为规范，能够为高等数学教学注入温度与深度，让抽象的数学知识变得可感知、可理解、可传承。

（一）数学史：数学文化的历史积淀

数学史是数学文化的重要载体，记录了数学概念、定理、公式的形成过程，承载着数学家的探索历程与时代印记，是高等数学教学中不可或缺的文化内容。高等数学教学中的数学史，并非简单的历史事件罗列，而是聚焦微积分、线性代数、概率统计等核心知识的发展脉络，展现数学思想从萌芽到成熟、从粗糙到严谨的演变过程。例如，极限概念从古希腊的“穷竭法”到牛顿、莱布尼茨的“无穷小量”，再到柯西、魏尔斯特拉斯的严格定义，历经数百年的探索与完善；线性代数的发展则与解析几何、线性方程组的求解、矩阵理论的完善紧密相关，凝聚了一代代数学家的智慧。在高等数学教学中融入数学史，能够让学生了解数学知识的来龙去脉，理解数学概念、定理的形成逻辑，感受数学学科的发展规律，打破“数学是抽象、枯燥的”刻板印象，增强数学学习的趣味性与厚重感。

（二）数学思想：数学文化的思维内核

数学思想是数学文化的核心，是数学家在长期探索中形成的思维方式与认知模式，是数学知识的灵魂，也是高等数学教学中培养学生思维能力的关键。高等数学中的数学思想丰富多样，核心包括抽象思想、推理思想、建模思想、转化与化归思想、数形结合思想等，贯穿于高等数学的全部教学内容之中。抽象思想是从具体现象中提炼数学概念、揭示事物本质的思维方式，如从实际问题中抽象出函数、极限、导数等概念；推理思想是通过逻辑推理推导定理、证明结论、解决问题的思维方式，包括合情推理与演绎推理，是数学严谨性的核心体现；建模思想是将实际问题转化为数学问题、构建数学模型的思维方式，是连接数学知识与实际应用的桥梁；转化与化归思想是将复杂问题转化为简单问题、将未知问题转化为已知问题的思维方式，如将多元函数的积分转化为一元函数的积分；数形结合思想是将抽象的数学语言与直观的图形结合起来，实现“数”与“形”的相互转化，帮助学生理解抽象知识。这些数学思想不仅是解决数学问题的工具，更是培养学生逻辑思维、创新思维的重要载体，能够潜移默化地影响学生的思维品质。

（三）数学方法：数学文化的实践路径

数学方法是数学思想的具体体现，是数学家解决数学问题、探索数学规律的具体手段，也是高等数学教学中培养学生实践能力、应用能力的重要内容。高等数学中的数学方法与教学内容深度融合，核心包括微积分方法、矩阵运算方法、概率统计方法、数学建模方法等，兼具理论性与实践性。微积分方法（如导数法、积分法）用于解决变量的变化率、总量计算等问题，是工科、经管类专业解决实际问题的工具；矩阵运算方法用于处理线性关系、数据分析等问题，广泛应用于大数据、人工智能等新兴领域；概率统计方法用于收集、整理、分析数据，实现对随机现象的预测与决策；数学建模方法则是将实际问题转化为数学模型，运用数学知识与方法求解模型，进而解决实际问题的综合方法。在高等数学教学中，传授数学方法不仅能够帮助学生掌握解决数学问题的技巧，更能培养学生运用数学知识解决实际问题的能力，实现“学用结合”，彰显数学文化的实践价值。

（四）数学精神：数学文化的价值内核

数学精神是数学文化的灵魂，是数学家在长期探索过程中形成的价值追求与精神品质，是数学文化最具有育人价值的核心要素，也是高等数学教学中塑造学生品格的重要载体。高等数学中的数学精神核心包括严谨求实、勇于探索、敢于创

新、坚持不懈、质疑反思等品质。严谨求实是数学精神的核心，数学学科的每一个概念、定理、公式都经过严格的推导与证明，容不得丝毫马虎，这种严谨性能够培养学生求真务实的态度；勇于探索是数学家突破传统、追求真理的精神，从无穷小量的争论到非欧几何的诞生，每一次数学突破都离不开数学家的勇于探索；敢于创新是数学发展的动力，数学家在原有知识的基础上，不断提出新思想、新方法、新理论，推动数学学科的发展；坚持不懈是数学家克服困难、追求真理的品质，许多数学问题的解决历经数百年、几代人的努力，这种坚持不懈的精神能够激励学生勇于面对学习与生活中的困难；质疑反思是数学创新的前提，数学家不盲从权威，敢于质疑现有理论，通过反思与探索实现突破，这种精神能够培养学生的批判性思维。

二、高等数学教学中数学文化的育人价值

数学文化作为高等数学教学的重要组成部分，其育人价值贯穿于教学全过程，不仅能够辅助知识传授、能力培养，更能实现价值引领，塑造学生的品格与素养，丰富高等数学的育人维度，实现“教书”与“育人”的有机统一，具体体现在知识、能力、品格三个层面。

（一）知识层面：深化知识理解，构建知识体系

数学文化能够帮助学生深化对高等数学知识的理解，打破知识的碎片化局限，构建系统的知识体系。通过融入数学史，学生能够了解数学知识的形成过程与发展脉络，理解数学概念、定理的本质内涵与内在关联，避免机械记忆与被动接受。例如，通过了解极限概念的发展历程，学生能够理解极限从“直观描述”到“严格定义”的演变，深化对极限本质的理解，掌握极限的核心思想；通过了解微积分的发展背景，学生能够理解微积分的产生与实际需求的关联，明确微积分的应用价值，将抽象的微积分知识与实际场景结合起来。同时，数学思想与数学方法的渗透，能够帮助学生掌握知识的内在逻辑，学会运用数学思维分析问题、解决问题，实现知识的融会贯通，构建系统的数学知识体系。

（二）能力层面：提升综合能力，适配时代需求

数学文化能够有效提升学生的综合能力，适配新工科、新文科人才培养的需求。一方面，数学思想与数学方法的培养能够提升学生的逻辑思维、创新思维、应用能力与跨学科思维。例如，抽象思想能够培养学生的抽象概括能力，推理思

想能够培养学生的逻辑推理能力,建模思想能够培养学生的实践应用能力与创新能力,数形结合思想能够培养学生的综合思维能力。另一方面,数学史的渗透能够培养学生的自主探究能力与创新能力,通过了解数学家的探索历程,学生能够学习数学家的思维方式与探究方法,激发自主探究的兴趣,培养自主学习与创新能力。此外,数学文化中的合作探究元素(如数学家之间的合作交流)能够培养学生的合作能力与沟通能力,让学生在合作探究中提升综合素养。

(三) 品格层面:塑造优良品格,实现价值引领

数学文化的核心育人价值在于塑造学生的优良品格,实现价值引领,帮助学生形成正确的价值观与科学的人生态度。数学精神中的严谨求实、勇于探索、敢于创新、坚持不懈等品质,能够潜移默化地影响学生的品格塑造,培养学生求真务实、勇于担当、敢于创新、坚韧不拔的精神品质。例如,严谨求实的数学精神能够培养学生认真细致、精益求精的态度,让学生在学习与工作中注重细节、追求真理;勇于探索、敢于创新的精神能够激发学生的创新潜力,让学生敢于突破传统、勇于尝试;坚持不懈的精神能够培养学生的毅力,让学生在面对困难与挑战时不退缩、不放弃。同时,数学文化中蕴含的理性精神、批判精神,能够帮助学生树立科学的思维方式,培养学生的批判性思维与独立思考能力,让学生学会理性分析、科学判断,实现品格的全面提升。

三、数学文化与科学精神的内在关联

数学文化与科学精神是相互渗透、相互支撑、辩证统一的关系,二者有着深刻的内在关联。科学精神是人类在探索自然、追求真理过程中形成的价值观念与精神品质,核心包括严谨求实、勇于探索、敢于创新、质疑反思、追求真理等,而这些品质正是数学文化的核心内涵,数学文化是科学精神的重要载体,科学精神是数学文化的价值升华,二者在育人过程中相互融合、协同发力。

一方面,数学文化是科学精神的重要源头与载体。数学作为一门基础学科,是自然科学、工程技术、社会科学等学科的基础,其蕴含的数学精神与科学精神高度契合,是科学精神形成与发展的重要源头。数学学科的严谨性、逻辑性、实践性,决定了数学文化中蕴含的严谨求实、勇于探索、敢于创新等精神,与科学精神的核心内涵高度一致。例如,数学中的每一个定理、公式都需要经过严格的推导与证明,这种严谨性正是科学精神中严谨求实品质的核心体现;数学家对未

知领域的探索、对现有理论的突破，正是科学精神中勇于探索、敢于创新品质的具体体现。同时，数学文化通过具体的数学知识、数学思想、数学方法，将抽象的科学精神转化为可感知、可学习、可践行的内容，让科学精神不再是抽象的口号，而是能够融入学生学习过程、指导学生行为的具体准则。

另一方面，科学精神是数学文化的价值升华与核心追求。数学文化的发展离不开科学精神的引领，科学精神推动着数学文化的传承与创新，让数学文化始终保持活力与生命力。数学家在探索数学规律、突破数学难题的过程中，始终秉持科学精神，追求真理、勇于创新、质疑反思，这种科学精神不仅推动了数学学科的发展，也丰富了数学文化的内涵。同时，科学精神能够提升数学文化的育人价值，让数学文化从“知识层面”向“精神层面”升级，实现“文化浸润”与“精神塑造”的有机统一。在高等数学教学中，数学文化的传播与科学精神的培养相辅相成，数学文化为科学精神培养提供了具体载体，科学精神为数学文化的传承与发展提供了精神支撑，二者共同构成高等数学育人的核心内容。

数学文化作为高等数学教学的重要组成部分，其核心内涵涵盖数学史、数学思想、数学方法、数学精神，具有丰富的育人价值，能够深化学生对知识的理解、提升学生的综合能力、塑造学生的优良品格。数学文化与科学精神有着深刻的内在关联，数学文化是科学精神的重要载体，科学精神是数学文化的价值升华。在高等数学教学中，融入数学文化，能够有效培育学生严谨求实、勇于探索、敢于创新的科学精神，实现“知识传授、能力培养、价值引领”的有机统一，丰富高等数学的育人维度，推动高等数学教学改革向纵深发展，赋能学生全面发展与专业人才培养。

第三章 高等数学课程体系的重构与优化

第一节 模块化课程体系的设计原则

模块化课程体系是高等数学课程体系重构的核心方向，其核心是将高等数学课程内容拆解为相互独立又相互关联的模块，通过模块组合实现课程体系的个性化、多元化与灵活化，适配不同专业、不同层次学生的学习需求。明确模块化课程体系的设计原则，理清设计思路，优化模块组合策略，是确保模块化课程体系科学合理、落地见效的前提，也是推动高等数学课程体系从“大一统”向“个性化”转型的关键，能够让课程体系更贴合学科逻辑、专业需求与学生实际。

一、模块化课程体系的核心设计原则

模块化课程体系的设计并非简单的内容拆分，而是要遵循科学、实用、层次三大核心原则，三者相互支撑、有机统一，确保模块设计的科学性、适配性与灵活性，为课程体系的重构奠定坚实基础，实现“学科逻辑、专业需求、学生发展”的三者协同。

（一）科学性原则：贴合数学学科逻辑

科学性原则是模块化课程体系设计的首要原则，核心是模块的划分与内容编排必须贴合高等数学的学科逻辑与知识内在关联，确保模块内容的系统性、连贯性与严谨性，避免模块拆分的随意性与碎片化。高等数学作为一门逻辑性、系统性极强的学科，其知识体系具有明确的内在逻辑，从基础概念到核心定理，从理论推导到实际应用，形成了完整的知识链条，模块化设计必须尊重这一学科规律，确保各模块之间的逻辑衔接，让学生能够循序渐进地掌握知识，构建系统的数学知识体系。例如，基础模块应围绕函数、极限、导数等核心基础概念展开，核心模块则聚焦微积分、线性代数、概率统计等核心内容，拓展模块与应用模块则在基础模块与核心模块的基础上延伸，确保模块内容的层次性与逻辑性。同时，模块内容的编排要符合学生的认知规律，从简单到复杂、从基础到进阶，逐步引导

学生深化对知识的理解与掌握，避免出现知识断层或逻辑混乱的情况。此外，模块设计要兼顾数学学科的发展趋势，融入新兴领域的数学知识，确保模块内容的科学性与前沿性，适应时代发展的需求。

（二）实用性原则：适配专业需求

实用性原则是模块化课程体系设计的核心导向，核心是模块内容与模块组合必须适配不同专业的人才培养需求，突出课程的应用价值，打破“一刀切”的课程体系，实现“专业适配、学用结合”。不同专业对高等数学知识的需求差异较大，工科专业侧重数学知识的工程应用，理科专业侧重数学理论的深度探究，经管类专业侧重数学方法的实际运用，文科专业侧重数学思维的素养培育，模块化设计必须立足这种专业差异，针对性地设置模块内容，确保模块内容能够为专业学习提供支撑。例如，工科专业可强化数学建模、微分方程、数值计算等应用类模块的内容，理科专业可强化理论推导、抽象思维等核心模块的深度，经管类专业可强化概率统计、优化理论等模块的内容，文科专业可强化逻辑推理、数据分析等基础模块的内容。同时，模块内容要注重与专业课程的衔接，增加与专业相关的应用案例，让学生感受到数学知识的实用价值，提升学生运用数学知识解决专业问题的能力，实现高等数学与专业教育的深度融合，发挥高等数学的专业赋能作用。

（三）层次性原则：兼顾不同基础学生

层次性原则是模块化课程体系设计的重要保障，核心是模块内容与模块组合要兼顾不同数学基础学生的学习需求，实现“因材施教”，确保每一位学生都能在原有基础上获得提升，避免出现“基础薄弱学生跟不上、优秀学生吃不饱”的现象。当前学生的数学基础差异较大，部分学生基础扎实，具备较强的自主学习能力与探究能力，而部分学生基础薄弱，对数学学习存在畏难情绪，模块化设计必须立足这种个体差异，设置不同层次的模块内容，为不同基础的学生提供适合自己的学习路径。例如，基础模块针对所有学生，聚焦核心基础知识的巩固，确保每一位学生都能掌握必备的数学知识与技能；核心模块针对基础中等及以上的学生，强化知识的深度与广度，提升学生的逻辑思维与运算能力；拓展模块与应用模块针对学有余力的学生，聚焦能力拓展与专业应用，激发学生的学习潜力。同时，模块组合要具有灵活性，允许学生根据自身基础与学习需求，自主选择适合自己的模块组合，实现课程体系的个性化，让不同基础的学生都能获得适合自

己的学习内容，提升学习信心与学习效果。

二、模块化课程体系的核心设计思路

模块化课程体系的核心设计思路是“拆解内容、明确边界、分类设置、协同衔接”，即将高等数学课程内容按照“基础—核心—拓展—应用”的逻辑，拆解为四个相互独立又相互关联的模块，明确各模块的教学目标、内容边界与教学要求，确保各模块之间的协同衔接，构建系统、完整、灵活的模块化课程体系，实现“知识传授、能力培养、专业适配”的有机统一。

（一）基础模块：夯实数学基础，筑牢学习根基

基础模块是模块化课程体系的基石，面向全体学生，核心教学目标是帮助学生夯实高等数学的核心基础知识与基本技能，培养学生的基本数学思维，为后续核心模块、拓展模块与应用模块的学习奠定坚实基础。该模块的内容边界聚焦于高等数学的基础概念与基本运算，涵盖函数、极限、导数、积分等核心基础内容，重点讲解概念的本质内涵、基本运算方法与简单应用，避免过于复杂的理论推导与拓展内容，确保学生能够扎实掌握基础知识与基本技能。教学要求上，注重基础知识的讲解与基本技能的训练，引导学生理解概念的本质，熟练掌握基本运算方法，培养学生的抽象思维与逻辑推理能力，帮助学生树立学习信心，克服数学学习的畏难情绪。基础模块是所有学生的必修模块，无论哪个专业、哪个层次的学生，都需要完成基础模块的学习，确保高等数学的基础育人价值得到充分体现。

（二）核心模块：强化核心能力，深化知识理解

核心模块是模块化课程体系的核心内容，面向基础中等及以上的学生，核心教学目标是帮助学生深化对高等数学核心知识的理解，强化逻辑思维、运算能力、推理能力等核心能力，掌握高等数学的核心思想与方法，为后续拓展模块与应用模块的学习提供支撑。该模块的内容边界聚焦于高等数学的核心理论与核心方法，涵盖微积分的深入讲解、线性代数、概率统计等核心内容，重点讲解理论推导、核心方法的应用与综合问题的求解，注重培养学生的逻辑推理能力与综合运用能力。教学要求上，注重理论与实践的结合，引导学生深入理解核心知识的本质与内在关联，掌握核心方法的应用技巧，能够解决较为复杂的数学问题，培养学生的严谨思维与综合素养。核心模块是大部分学生的必修模块，不同专业可根据自身需求，调整核心模块的内容侧重点，确保核心模块能够适配专业人才培养的基

本需求。

（三）拓展模块：拓展知识视野，提升综合素养

拓展模块是模块化课程体系的延伸内容，面向学有余力的学生，核心教学目标是帮助学生拓展数学知识视野，提升综合素养与创新能力，了解数学学科的前沿发展与跨学科应用，为学生后续专业深造、科研创新提供支撑。该模块的内容边界聚焦于高等数学的拓展性知识与跨学科应用，涵盖数学建模基础、数值分析、非线性数学等拓展内容，同时融入大数据、人工智能等新兴领域的数学基础，重点讲解拓展知识的核心思想与应用方法，培养学生的跨学科思维与创新能力。教学要求上，注重探究式、合作式教学，引导学生自主探究拓展知识，开展跨学科探究活动，培养学生的自主学习能力、创新能力与跨学科协作能力，让学生了解数学学科的前沿动态，拓宽知识视野。拓展模块为选修模块，学生可根据自身的学习兴趣、专业需求与发展规划，自主选择是否学习拓展模块，实现个性化发展。

（四）应用模块：聚焦专业应用，实现学用结合

应用模块是模块化课程体系的实践载体，面向所有学生，核心教学目标是帮助学生将高等数学知识与专业需求、实际应用相结合，提升实践应用能力与解决实际问题的能力，实现“学用结合”，发挥高等数学的专业赋能作用。该模块的内容边界聚焦于高等数学知识的实际应用与专业适配，涵盖数学建模、专业相关的数学应用案例、工程实践等内容，不同专业可根据自身需求，设置针对性的应用内容，确保应用模块能够适配专业人才培养的需求。例如，工科专业的应用模块可设置工程建模、数值模拟等内容，经管类专业可设置经济建模、数据分析等内容，文科专业可设置社会统计、逻辑分析等内容。教学要求上，注重实践教学与案例教学，引导学生运用数学知识解决实际问题与专业问题，培养学生的实践应用能力与创新能力，让学生感受到数学知识的实用价值，实现高等数学与专业教育的深度融合。应用模块为必修模块，不同专业可根据自身需求，调整应用模块的内容与教学要求，确保应用模块的针对性与实效性。

三、模块化课程体系的灵活性与模块组合策略

模块化课程体系的核心优势在于其灵活性，通过科学的模块组合策略，能够适配不同专业、不同层次学生的学习需求，实现课程体系的个性化与多元化，打破传统“大一统”课程体系的局限，提升课程体系的适配性与实效性。模块组合

策略需立足专业需求与学生基础，构建灵活多样的组合模式，确保每一位学生都能获得适合自己的学习路径，每一个专业都能获得适配的课程内容。

（一）模块化课程体系的灵活性体现

模块化课程体系的灵活性主要体现在三个方面，确保课程体系能够灵活适配不同需求，实现个性化与多元化。一是模块内容的灵活性，各模块的内容具有相对独立性，可根据时代发展、专业需求与学生基础的变化，灵活调整模块内容，增加新兴领域的数学知识，删减冗余、过时的内容，确保模块内容的时效性与适配性。例如，随着大数据、人工智能的发展，可在拓展模块与应用模块中增加相关的数学基础内容，适配新时代人才培养的需求；根据不同专业的需求变化，调整应用模块的内容侧重点，确保专业适配性。二是模块组合的灵活性，学生可根据自身的数学基础、学习兴趣、专业需求与发展规划，自主选择模块组合，实现个性化学习。例如，基础薄弱的学生可重点学习基础模块与应用模块，夯实基础、提升应用能力；优秀学生可选择基础模块、核心模块、拓展模块与应用模块的组合，全面提升综合素养与创新能力；不同专业的学生可根据专业需求，选择适配的模块组合，突出专业应用导向。三是教学实施的灵活性，教师可根据学生的模块选择情况，灵活调整教学内容、教学方法与教学节奏，推行分层教学、分类指导，确保教学的针对性与实效性。例如，针对选择不同模块组合的学生，设置不同的教学目标与教学任务，采用不同的教学方法，满足学生的个性化学习需求。

（二）模块组合策略

结合不同专业、不同层次学生的需求，构建以下三类模块组合策略，实现课程体系的个性化与多元化，确保模块组合的科学性与适配性，充分发挥模块化课程体系的优势。

一是基础适配型组合策略，主要面向基础薄弱的学生与对数学要求较低的专业（如部分文科专业），核心组合为“基础模块+应用模块”。该组合聚焦基础知识的巩固与基本应用能力的提升，重点培养学生的基本数学思维与实践应用能力，满足学生的基础学习需求与专业基本需求。例如，文科专业的学生可通过基础模块掌握函数、极限、导数等核心基础知识，通过应用模块掌握社会统计、逻辑分析等基本应用方法，适配文科专业的人才培养需求；基础薄弱的学生可通过该组合夯实基础，提升学习信心，逐步提升数学能力。

二是核心提升型组合策略，主要面向基础中等的学生与对数学有一定要求的

专业（如大部分经管类专业、工科专科专业），核心组合为“基础模块 + 核心模块 + 应用模块”。该组合聚焦核心知识的深化与综合能力的提升，既确保学生掌握扎实的基础知识与核心技能，又注重实践应用能力的培养，实现“知识传授与能力培养”的协同推进。例如，经管类专业的学生可通过基础模块夯实基础，通过核心模块掌握概率统计、优化理论等核心内容，通过应用模块掌握经济建模、数据分析等应用方法，适配经管类专业的人才培养需求；基础中等的学生可通过该组合深化知识理解，提升综合能力，满足后续专业学习与职业发展的需求。

三是拓展创新型组合策略，主要面向基础扎实、学有余力的学生与对数学要求较高的专业（如工科本科专业、理科专业），核心组合为“基础模块 + 核心模块 + 拓展模块 + 应用模块”。该组合聚焦综合素养的提升与创新能力的培养，既确保学生掌握扎实的基础知识与核心技能，又注重知识的拓展与创新能力的培养，为学生后续专业深造、科研创新提供支撑。例如，工科本科专业的学生可通过基础模块夯实基础，通过核心模块掌握微积分、线性代数等核心内容，通过拓展模块了解数值分析、非线性数学等拓展知识，通过应用模块掌握工程建模、数值模拟等应用方法，适配工科专业的人才培养需求；优秀学生可通过该组合拓宽知识视野，提升创新能力与跨学科思维，实现全面发展。

为清晰呈现不同模块的核心内容、教学目标与适配对象，便于教师与学生准确把握模块定位、合理选择模块组合，特整理如下表格：

模块类型	核心内容	教学目标	适配对象
基础模块	函数、极限、导数、积分等核心基础概念与基本运算	夯实基础知识，掌握基本技能，培养基本数学思维	全体学生（必修）
核心模块	微积分深化、线性代数、概率统计等核心理论与方法	深化知识理解，强化核心能力，掌握核心思想与方法	基础中等及以上学生（必修）
拓展模块	数学建模基础、数值分析、非线性数学及新兴领域数学知识	拓展知识视野，提升综合素养与创新能力	学有余力学生（选修）
应用模块	数学建模、专业相关应用案例、工程实践等	提升实践应用能力，实现学以致用结合，适配专业需求	全体学生（必修，分专业适配）

科学性、实用性、层次性是模块化课程体系设计的核心原则，三者相互支撑，确保模块设计的科学合理、适配有效。通过将高等数学课程内容拆解为基础模块、核心模块、拓展模块、应用模块，明确各模块的教学目标与内容边界，能够构建系统、完整的模块化课程体系。依托模块组合的灵活性，通过基础适配型、核心

提升型、拓展创新型三种组合策略，能够适配不同专业、不同层次学生的学习需求，实现课程体系的个性化与多元化，打破传统“大一统”课程体系的局限，让高等数学课程体系更贴合学科逻辑、专业需求与学生实际，为后续分层分类教学、专业需求导向的内容整合奠定基础，推动高等数学教学质量的提升。

第二节 分层分类教学的课程设置策略

分层分类教学是适配学生个体差异、满足不同专业需求的重要教学模式，也是高等数学课程体系重构与优化的关键环节。当前高等数学教学中，“一刀切”的教学模式难以兼顾学生的数学基础差异与不同专业的需求差异，导致教学针对性不强、实效性不高。明确分层分类教学的核心内涵，制定科学合理的课程设置策略，完善实施保障机制，能够实现“因材施教”，让不同基础、不同专业的学生都能获得适合自己的学习内容与教学指导，提升学习效果与综合素养，推动高等数学课程体系向个性化、专业化转型。

一、分层分类教学的核心内涵

分层分类教学的核心是“因材施教”，立足学生的数学基础差异与不同专业的需求差异，将教学对象、教学内容、教学目标、教学方法进行分层、分类设计，实现“分层递进、分类适配”，确保教学的针对性与实效性。分层聚焦学生的个体差异，分类适配专业的需求差异，二者有机结合，构成分层分类教学的完整内涵，既兼顾学生的个性化发展，又满足专业人才培养的需求。

（一）分层：聚焦学生数学基础差异

分层的核心是根据学生的数学基础、学习能力、学习兴趣等个体差异，将学生划分为不同层次，针对不同层次学生的特点，制定差异化的教学目标、教学内容与教学要求，实现“分层递进、因材施教”。学生的数学基础差异是分层教学的核心依据，不同学生在高中数学基础、学习能力、学习态度等方面存在明显差异，部分学生基础扎实，具备较强的自主学习能力与探究能力，能够快速掌握高等数学知识并进行拓展延伸；部分学生基础中等，能够掌握基本的数学知识与技能，但在知识深化与能力提升方面需要进一步引导；部分学生基础薄弱，对数学

学习存在畏难情绪，难以跟上常规教学节奏，需要重点夯实基础、强化指导。分层教学并非对学生进行优劣划分，而是为了更好地适配学生的个体差异，为不同层次的学生提供适合自己的学习路径，让每一位学生都能在原有基础上获得提升，激发学习信心与学习积极性。分层教学的核心目标是“分层递进”，即针对不同层次的学生设置不同的教学目标，基础薄弱学生侧重基础知识的巩固，基础中等学生侧重核心能力的提升，优秀学生侧重拓展创新能力的培养，逐步引导学生提升数学素养。

（二）分类：适配不同专业的数学需求

分类的核心是根据不同专业的人才培养目标与教学需求，将教学内容、教学方法进行分类设计，适配不同专业的特点，实现“专业适配、学用结合”。不同专业对高等数学知识的需求差异较大，工科专业侧重数学知识的工程应用，需要学生具备较强的数学建模、数值计算、微分方程求解等能力；理科专业侧重数学理论的深度探究，需要学生具备较强的逻辑推理、抽象思维、理论推导等能力；文科专业侧重数学思维的素养培育，需要学生具备基本的逻辑推理、数据分析、逻辑分析等能力；经管类专业侧重数学方法的实际运用，需要学生具备较强的概率统计、优化理论、数据分析等能力。分类教学的核心目标是“专业适配”，即根据不同专业的需求，调整教学内容的侧重点、教学方法与教学要求，让高等数学教学更好地服务于专业人才培养，实现高等数学与专业课程的深度衔接，发挥高等数学的专业赋能作用。分类教学并非脱离高等数学的核心知识，而是在保留核心知识的基础上，突出专业适配性，让数学知识真正服务于专业学习。

（三）分层与分类的协同统一

分层与分类并非相互独立，而是协同统一、有机结合的关系。分层聚焦学生的个体差异，解决“因材施教”的问题；分类聚焦专业的需求差异，解决“专业适配”的问题，二者结合，能够实现“学生个体差异”与“专业需求差异”的双重适配，让高等数学教学既贴合学生实际，又贴合专业需求。例如，同一专业的学生，数学基础存在差异，需要在分类的基础上进行分层，针对不同基础的学生设置差异化的教学内容与教学要求；不同专业的学生，即使数学基础相同，其专业需求也存在差异，需要在分层的基础上进行分类，调整教学内容的侧重点。分层与分类的协同统一，能够让高等数学课程体系更具针对性与实效性，既满足学生的个性化发展需求，又满足专业人才培养的需求，推动高等数学教学质量的提升。

二、分层分类教学的课程设置策略

结合分层分类教学的核心内涵，立足学生的基础差异与专业需求差异，制定“分层递进、分类适配”的课程设置策略，将课程内容划分为基础层、提高层、拓展层三个层次，针对不同专业调整各层次的内容侧重点，明确各层次的教学目标、课程内容与教学要求，确保课程设置的科学性与适配性。

（一）基础层：夯实核心知识，适配基础需求

基础层是分层分类教学的基础，面向所有学生，核心目标是帮助学生夯实高等数学的核心基础知识与基本技能，掌握基本的数学思想与方法，满足学生的基础学习需求与各专业的数学需求。该层次的课程内容聚焦于高等数学的核心基础知识，涵盖函数、极限、导数、积分、线性代数基础、概率统计基础等内容，重点讲解概念的本质内涵、基本运算方法与简单应用，避免过于复杂的理论推导与拓展内容，确保学生能够扎实掌握基础知识与基本技能。

教学要求上，注重基础知识的讲解与基本技能的训练，采用通俗易懂、循序渐进的教学方法，引导学生理解概念的本质，熟练掌握基本运算方法，培养学生的基本数学思维与学习习惯。针对基础薄弱的学生，加强个性化指导与辅导，帮助其克服学习困难，夯实基础，树立学习信心；针对基础中等与优秀的学生，注重基础知识的巩固与梳理，为后续提高层、拓展层的学习奠定坚实基础。不同专业的基础层内容基本一致，确保全体学生掌握必备的数学基础知识，同时可根据专业需求，适当增加少量与专业相关的基础应用内容，提升专业适配性。例如，经管类专业可在基础层中增加简单的数据分析案例，工科专业可在基础层中增加简单的工程计算案例，文科专业可在基础层中增加简单的逻辑分析案例。

（二）提高层：强化能力训练，适配核心需求

提高层是分层分类教学的核心，面向基础中等及以上的学生，核心目标是帮助学生深化对高等数学核心知识的理解，强化逻辑思维、运算能力、推理能力、应用能力等核心能力，掌握高等数学的核心思想与方法，满足学生后续专业学习与能力提升的核心需求。该层次的课程内容聚焦于高等数学的核心理论与核心方法，涵盖微积分的深入讲解、线性代数、概率统计的核心内容，重点讲解理论推导、核心方法的应用与综合问题的求解，注重培养学生的综合运用能力。

教学要求上，注重理论与实践的结合，采用探究式、互动式、案例式等教学

方法,引导学生深入理解核心知识的本质与内在关联,掌握核心方法的应用技巧,能够解决较为复杂的数学问题与简单的专业相关问题。针对不同专业,调整提高层内容的侧重点,实现专业适配。例如,工科专业的提高层可强化微分方程、数值计算、向量分析等内容的教学,重点培养学生的工程应用能力;理科专业的提高层可强化理论推导、抽象思维、非线性数学等内容的教学,重点培养学生的理论探究能力;经管类专业的提高层可强化概率统计、优化理论、回归分析等内容的教学,重点培养学生的数据分析与决策能力;文科专业的提高层可强化逻辑推理、数据分析、逻辑论证等内容的教学,重点培养学生的思维素养。通过专业适配的内容设置,让提高层教学更好地服务于专业人才培养。

(三) 拓展层: 适配专业应用, 提升创新能力

拓展层是分层分类教学的延伸,面向学有余力的学生与对数学要求较高的专业,核心目标是帮助学生拓展数学知识视野,提升创新能力、跨学科应用能力与专业适配能力,满足学生后续专业深造、科研创新与职业发展的拓展需求。该层次的课程内容聚焦于高等数学知识的拓展延伸与专业应用,涵盖数学建模、数值分析、非线性数学、大数据相关数学基础等拓展内容,同时结合不同专业的需求,增加专业相关的深度应用案例与实践项目。

教学要求上,注重探究式、项目式、跨学科教学,引导学生自主探究拓展知识,开展专业相关的实践探究活动,培养学生的自主学习能力、创新能力、跨学科思维与专业应用能力。针对不同专业,拓展层内容的专业性更强,重点适配专业的特色需求。例如,工科专业的拓展层可设置工程建模进阶、数值模拟、有限元分析等内容,结合工程实践项目开展教学,培养学生的工程创新能力;理科专业的拓展层可设置抽象代数、常微分方程进阶、概率论进阶等内容,结合科研项目开展教学,培养学生的科研创新能力;经管类专业的拓展层可设置计量经济学基础、运筹学、大数据分析等内容,结合经济实践项目开展教学,培养学生的经济分析与决策能力;文科专业的拓展层可设置社会统计进阶、逻辑推理进阶、量化研究方法等内容,结合社会调研项目开展教学,培养学生的量化分析能力。拓展层为选修层次,学生可根据自身的学习兴趣、专业需求与发展规划,自主选择是否学习,实现个性化发展。

三、分层分类教学的实施保障

分层分类教学的落地见效，离不开完善的实施保障机制。只有建立科学的学生分层诊断机制、动态的课程调整机制、适配的教学资源保障机制，才能确保分层分类教学有序开展，实现“因材施教”与“专业适配”的目标，提升教学的针对性与实效性。

（一）学生分层诊断：科学划分学生层次

学生分层诊断是分层教学的前提，核心是建立科学、全面的分层诊断机制，准确把握学生的数学基础、学习能力、学习态度等个体差异，科学划分学生层次，确保分层的合理性与针对性。分层诊断采用“入学测试+日常表现+自主申报”相结合的方式，全面收集学生的相关信息，避免单一测试的局限性。入学测试主要考查学生的高中数学基础，了解学生的数学功底；日常表现主要考查学生的课堂表现、作业完成质量、学习态度等，了解学生的学习能力与学习积极性；自主申报则允许学生根据自身的學習情况，自主选择适合自己的层次，充分尊重学生的自主意愿。

根据诊断结果，将学生划分为基础薄弱层、基础中等层、优秀层三个层次，并建立学生层次动态管理机制，定期对学生的学习情况进行评估，根据学生的进步情况与学习表现，及时调整学生的层次，避免层次划分的固化。例如，基础薄弱层的学生如果学习进步明显，可调整至基础中等层；优秀层的学生如果出现学习下滑，可调整至基础中等层，确保层次划分始终贴合学生的实际学习情况。同时，加强对学生的个性化指导，针对不同层次的学生，制定差异化的学习指导方案，帮助学生明确学习目标，改进学习方法，提升学习效果。

（二）课程动态调整：适配需求变化

课程动态调整是分层分类教学的关键，核心是建立动态的课程调整机制，根据时代发展、专业需求与学生层次变化，及时调整各层次、各类别的课程内容、教学目标与教学要求，确保课程设置的适配性与时效性。一方面，根据专业人才培养目标的变化，调整各层次课程内容的侧重点，强化与专业课程的衔接，增加专业相关的应用案例与实践内容，提升专业适配性。例如，随着新工科建设的推进，工科专业可增加大数据、人工智能相关的数学内容，调整提高层与拓展层的教学内容，适配工程技术创新的需求；随着经管类专业的发展，可增加量化分析、

大数据分析等内容，提升学生的专业适配能力。

另一方面，根据学生层次的动态变化，调整各层次的教学目标与教学内容，确保教学内容与学生的学习能力相适配。例如，针对基础薄弱层学生，如果整体学习进步明显，可适当提升基础层的教学难度，增加少量提高层的基础内容，引导学生逐步提升；针对优秀层学生，如果对拓展内容的需求增加，可丰富拓展层的内容，增加更具挑战性的实践项目与探究任务，激发学生的学习潜力。同时，定期收集学生、教师与专业院系的反馈意见，根据反馈意见优化课程设置，确保课程内容的科学性、适配性与实效性。

（三）教学资源适配：提供支撑保障

教学资源适配是分层分类教学的重要支撑，核心是构建适配不同层次、不同专业的教学资源体系，为分层分类教学的开展提供充足的资源保障，确保教学的顺利实施。一是构建分层分类的教学材料体系，针对不同层次的学生，编写差异化的教材、讲义与练习题库，基础层侧重基础知识与基本技能的训练，提高层侧重核心能力与综合应用的训练，拓展层侧重拓展创新与专业应用的训练；针对不同专业，编写专业适配的教学案例集与实践指导手册，确保教学材料能够适配专业需求。例如，为工科专业编写工程建模案例集，为经管类专业编写数据分析案例集，为文科专业编写逻辑分析案例集。

二是构建多元化的教学资源平台，利用线上学习平台，上传分层分类的教学视频、课件、练习题、拓展资料等，为学生提供自主学习的渠道，方便学生根据自身层次与专业需求，自主学习相关内容；搭建线下实践平台，建立数学建模实验室、数值计算实验室等，为学生开展实践探究活动提供场地与设备支持，提升学生的实践应用能力。三是加强师资队伍建设，提升教师的分层分类教学能力，通过专题培训、教学研讨、经验分享等形式，让教师掌握分层分类教学的方法与技巧，能够根据不同层次、不同专业学生的需求，灵活调整教学内容与教学方法；鼓励教师开展分层分类教学研究，探索适合高等数学分层分类教学的新型教学模式与方法，提升教学质量。

分层分类教学立足学生的个体差异与专业的需求差异，实现“因材施教”与“专业适配”的有机统一，是高等数学课程体系重构与优化的重要方向。通过基础层夯实核心知识、提高层强化能力训练、拓展层适配专业应用的课程设置策略，能够满足不同基础、不同专业学生的学习需求，实现“分层递进、分类适配”。

依托学生分层诊断、课程动态调整、教学资源适配的实施保障机制，能够确保分层分类教学落地见效，打破传统“一刀切”的教学模式，提升教学的针对性与实效性，让高等数学教学更贴合学生实际与专业需求，推动高等数学课程体系向个性化、专业化转型，赋能学生全面发展与专业人才培养。

第三节 专业需求导向的教学内容整合

教学内容是高等数学课程体系的核心，其适配性直接决定教学质量与人才培养效果。当前高等数学教学内容存在“大一统”现象，缺乏对不同专业需求的针对性，冗余内容过多、专业相关内容不足，导致“学用脱节”，难以发挥高等数学的专业赋能作用。以专业需求为导向，整合高等数学教学内容，分析不同专业的核心需求，删减冗余内容、强化核心内容、增加专业应用案例，结合典型专业案例开展实践，能够实现高等数学教学内容与专业需求的深度适配，让数学知识真正服务于专业学习与人才培养，提升高等数学教学的实用性与实效性。

一、不同专业对高等数学知识的核心需求分析

不同专业的人才培养目标不同，对高等数学知识的需求也存在明显差异，核心需求集中在知识点的侧重点与能力要求两个方面。准确分析不同专业的核心需求，是教学内容整合的前提，能够确保内容整合的针对性与适配性，让高等数学教学内容真正贴合专业需求，实现“学用结合”。

（一）工科专业的核心需求

工科专业（如机械工程、电气工程、土木工程、计算机科学与技术等）的核心培养目标是培养具备工程实践能力、创新能力的高素质工程技术人才，对高等数学知识的需求侧重于“应用导向”，核心是运用数学知识解决工程实际问题，具备较强的数学建模、数值计算、微分方程求解等能力。工科专业对高等数学知识点的核心需求主要包括：微积分（导数、积分、微分方程）、线性代数（矩阵运算、向量分析、线性方程组求解）、概率统计（随机变量、概率分布、参数估计）等核心内容，其中，微分方程、数值计算、向量分析等内容的应用需求尤为突出，是解决工程优化、数值模拟、电路分析、结构设计等工程问题的重要工具。

能力要求上，工科专业要求学生具备较强的实践能力、数学建模能力与

数值计算能力，能够将工程实际问题转化为数学问题，运用数学知识与方法求解问题，同时具备一定的逻辑推理能力与创新能力，能够应对复杂的工程场景。例如，机械工程专业需要学生运用微积分知识解决机械运动的速度、加速度计算问题，运用微分方程解决机械振动问题；计算机科学与技术专业需要学生运用线性代数知识解决矩阵运算、图像处理问题，运用概率统计知识解决算法优化、数据处理问题；土木工程专业需要学生运用微积分知识解决结构受力分析问题，运用数值计算知识解决工程优化问题。

（二）理科专业的核心需求

理科专业（如数学、物理、化学、生物等）的核心培养目标是培养具备扎实的理论基础、较强的科研创新能力的高素质科研人才，对高等数学知识的需求侧重于“理论导向”，核心是深化对数学理论的理解与掌握，具备较强的逻辑推理、抽象思维、理论推导等能力，为后续专业学习与科研创新奠定基础。理科专业对高等数学知识点的核心需求主要包括：微积分（极限、导数、积分、级数）、线性代数（矩阵理论、线性空间、特征值与特征向量）、概率统计（概率理论、随机过程、数理统计）、常微分方程、偏微分方程等核心内容，其中，理论推导、抽象思维、逻辑推理等方面的要求尤为突出，是开展理科科研工作的重要基础。

能力要求上，理科专业要求学生具备较强的逻辑推理能力、抽象思维能力、理论推导能力与科研创新能力，能够深入理解数学理论的本质与内在关联，掌握数学思想与方法，能够运用数学理论解决专业科研中的问题，同时具备一定的实践应用能力与跨学科思维。例如，数学专业需要学生深入掌握微积分、线性代数的理论推导，具备较强的抽象思维与科研创新能力，为后续数学研究奠定基础；物理专业需要学生运用微积分、微分方程知识解决物理问题，运用线性代数知识解决量子力学、电磁学中的问题；化学专业需要学生运用微积分知识解决化学动力学、热力学中的问题，运用概率统计知识解决化学实验数据处理问题。

（三）经管类专业的核心需求

经管类专业（如经济学、管理学、会计学、金融学等）的核心培养目标是培养具备较强的经济分析、决策优化、数据分析能力的高素质经管人才，对高等数学知识的需求侧重于“方法导向”，核心是运用数学方法解决经济管理中的实际问题，具备较强的概率统计、优化理论、数据分析等能力。经管类专业对高等数学知识点的核心需求主要包括：微积分（导数、积分、多元函数微积分）、线性

代数（矩阵运算、线性方程组）、概率统计（随机变量、概率分布、回归分析、方差分析）、优化理论等核心内容，其中，概率统计、优化理论、回归分析等内容的应用需求尤为突出，是开展经济分析、决策优化、市场预测、数据分析等工作的重要工具。

能力要求上，经管类专业要求学生具备较强的数据分析能力、决策优化能力、数学建模能力，能够运用数学方法分析经济管理中的实际问题，进行市场预测与决策，同时具备一定的逻辑推理能力与实践应用能力。例如，经济学专业需要学生运用微积分知识解决边际分析、效用分析问题，运用概率统计知识解决经济数据处理、经济预测问题；金融学专业需要学生运用概率统计知识解决风险评估、投资决策问题，运用优化理论解决资产配置问题；会计学专业需要学生运用微积分知识解决成本核算、利润分析问题，运用概率统计知识解决财务数据分析问题。

二、专业需求导向的教学内容整合策略

以专业需求为导向，整合高等数学教学内容，核心思路是“删减冗余、强化核心、增加应用”，即删减与专业需求关联度低的冗余内容，强化与专业课程衔接的核心内容，增加专业相关的应用案例与实践内容，实现教学内容与专业需求的深度适配，让数学知识真正服务于专业学习，提升教学的实用性与实效性。

（一）删减冗余内容，精简课程体系

删减冗余内容是教学内容整合的基础，核心是结合不同专业的需求，删除与专业需求关联度低、实用性不强、过于晦涩的冗余内容，精简课程体系，避免学生负担过重，让学生能够集中精力学习核心内容与专业相关内容。冗余内容主要包括：与专业需求关联不大的复杂理论推导、过于抽象且无实际应用价值的知识点、与高中数学重复的基础内容等。例如，工科专业可删减级数中的部分复杂推导内容、抽象代数中的部分理论内容，重点保留与工程应用相关的核心内容；文科专业可删减微分方程、线性代数中的部分复杂运算内容，重点保留与逻辑分析、数据分析相关的核心内容；经管类专业可删减级数、偏微分方程中的部分冗余内容，重点保留与概率统计、优化理论相关的核心内容。

在删减冗余内容的过程中，要注意保留高等数学的核心知识与核心思想，确保课程体系的完整性与系统性，避免出现知识断层。同时，要结合学生的基础差异，合理删减内容，确保删减后的内容既适配专业需求，又符合学生的认知规律，

让学生能够扎实掌握核心知识与技能。例如，基础薄弱的学生可适当多删减一些复杂的理论推导内容，重点保留基础内容与简单应用内容；优秀学生可适当保留部分拓展性内容，满足其学习需求。

（二）强化核心内容，衔接专业课程

强化核心内容是教学内容整合的核心，核心是结合不同专业的核心需求，强化与专业课程衔接的核心知识点与核心方法，深化学生对核心内容的理解与掌握，为后续专业课程的学习提供支撑。不同专业的核心内容不同，需要针对性地强化，实现与专业课程的深度衔接。例如，工科专业可强化微分方程、数值计算、向量分析等核心内容，重点讲解这些内容在工程应用中的方法与技巧，衔接工程力学、电路分析、数值模拟等专业课程；理科专业可强化理论推导、抽象思维、线性空间等核心内容，重点讲解数学理论的本质与内在关联，衔接专业核心课程与科研训练；经管类专业可强化概率统计、优化理论、回归分析等核心内容，重点讲解这些内容在经济管理中的应用方法，衔接西方经济学、计量经济学、财务管理等专业课程。

在强化核心内容的过程中，要注重核心思想与核心方法的讲解，引导学生深入理解核心内容的本质，掌握解决问题的方法与技巧，而不是单纯地记忆与运算。同时，要注重与专业课程的衔接，提前了解专业课程对高等数学知识的需求，将专业课程中的相关内容融入高等数学教学中，实现高等数学与专业课程的协同推进。例如，在讲解微积分时，融入工程力学中的受力分析案例、西方经济学中的边际分析案例，让学生感受到核心内容与专业课程的关联，提升学习的针对性与实效性。

（三）增加应用案例，提升实践能力

增加应用案例是教学内容整合的关键，核心是结合不同专业的需求，增加专业相关的应用案例与实践内容，让学生将高等数学知识与专业实际、实际应用相结合，提升实践应用能力，实现“学用结合”。应用案例的选择要具有针对性、实用性与启发性，贴合专业需求与学生的认知规律，能够引导学生运用数学知识解决实际问题与专业问题。

针对不同专业，选择不同的应用案例。例如，工科专业可增加工程建模、数值模拟、电路分析、结构优化等相关案例，如“机械振动的微分方程建模与求解”“电路中的线性方程组求解”“土木工程中的数值计算”等；理科专业可增加科研相

关的应用案例,如“物理中的微分方程应用”“化学中的数据分析案例”“生物中的概率统计应用”等;经管类专业可增加经济分析、决策优化、市场预测、数据分析等相关案例,如“边际效用分析案例”“投资风险评估案例”“市场需求预测案例”等。同时,增加实践项目,引导学生开展专业相关的实践探究活动,如数学建模项目、数据分析项目、工程计算项目等,让学生在实践中运用数学知识,提升实践应用能力与创新能力。

在增加应用案例的过程中,要注重案例的讲解与分析,引导学生掌握案例分析的方法与技巧,学会将实际问题转化为数学问题,运用数学知识与方法求解问题。同时,要注重案例的多样性与层次性,既有简单的基础应用案例,也有复杂的综合应用案例,适配不同基础学生的需求,让每一位学生都能在案例学习中提升实践能力。

三、教学内容整合的典型专业实践案例

结合工科、理科、经管类三类典型专业,阐述教学内容整合的具体实践,展示专业需求导向下教学内容整合的效果,为其他专业的教学内容整合提供参考,确保教学内容整合的针对性与实效性,实现高等数学与专业需求的深度适配。

(一) 工科专业:以机械工程专业为例

机械工程专业的核心需求是运用数学知识解决机械设计、机械制造、机械振动等工程实际问题,因此,教学内容整合重点强化微积分、微分方程、数值计算等核心内容,删减与专业需求关联不大的冗余内容,增加机械工程相关的应用案例与实践项目。在微积分教学中,删减级数中的部分复杂推导内容,重点强化导数、积分的应用,增加“机械运动的速度与加速度计算”“机械零件的受力分析”“机械功的计算”等案例,引导学生运用微积分知识解决机械工程中的基础问题;在微分方程教学中,强化一阶、二阶微分方程的求解方法,增加“机械振动的微分方程建模与求解”“液压系统的微分方程分析”等案例,让学生掌握微分方程在机械振动、液压系统中的应用方法;在线性代数教学中,强化矩阵运算、向量分析的应用,增加“机械零件的坐标变换”“机器人运动学中的矩阵运算”等案例,衔接机械设计、机器人技术等专业课程;在数值计算教学中,增加“机械零件的数值模拟”“工程优化设计”等实践项目,引导学生运用数值计算方法解决机械工程中的复杂问题。

通过教学内容整合，机械工程专业的高等数学教学更贴合专业需求，学生能够快速掌握核心知识与应用方法，提升实践应用能力与工程创新能力，为后续专业课程的学习与工程实践奠定坚实基础。例如，学生在学习机械设计课程时，能够运用微积分知识进行零件的受力分析与优化设计，运用微分方程知识分析机械振动问题，实现高等数学与专业课程的深度融合。

（二）理科专业：以物理专业为例

物理专业的核心需求是运用数学理论解决物理问题，培养学生的理论推导能力与科研创新能力，因此，教学内容整合重点强化微积分、线性代数、微分方程等核心内容的理论推导，删减冗余的应用内容，增加物理相关的应用案例与科研训练内容。在微积分教学中，强化极限、导数、积分、级数的理论推导，深入讲解数学思想与方法，增加“牛顿运动定律的微积分推导”“电磁学中的积分运算”“热力学中的微积分应用”等案例，引导学生运用微积分知识解决物理问题；在线性代数教学中，强化矩阵理论、线性空间、特征值与特征向量的理论推导，增加“量子力学中的矩阵运算”“电磁学中的向量分析”等案例，衔接量子力学、电磁学等专业核心课程；在微分方程教学中，强化常微分方程、偏微分方程的理论推导与求解方法，增加“波动方程的推导与求解”“热传导方程的应用”等案例，让学生掌握微分方程在物理中的应用方法；同时，增加科研训练项目，引导学生开展简单的物理科研探究活动，运用数学理论解决科研中的问题，培养科研创新能力。

通过教学内容整合，物理专业的高等数学教学更贴合专业需求，学生的理论推导能力、抽象思维能力与科研创新能力得到显著提升，能够更好地适应后续专业学习与科研工作。例如，学生在学习量子力学课程时，能够运用线性代数知识理解量子态的描述与变换，运用微分方程知识求解量子力学中的基本方程，实现数学理论与物理专业的深度融合。

（三）经管类专业：以经济类专业为例

经济学专业的核心需求是运用数学方法进行经济分析、决策优化与市场预测，因此，教学内容整合重点强化概率统计、优化理论、微积分等核心内容，删减与专业需求关联不大的冗余内容，增加经济学相关的应用案例与实践项目。在微积分教学中，删减级数、偏微分方程中的部分冗余内容，重点强化导数、积分的应用，增加“边际效用分析”“成本与利润分析”“消费函数的微积分推导”等案例，

引导学生运用微积分知识解决经济学中的基础问题；在概率统计教学中，强化随机变量、概率分布、回归分析、方差分析等核心内容，增加“经济数据的统计分析”“市场需求预测”“投资风险评估”等案例，让学生掌握概率统计在经济学中的应用方法；在优化理论教学中，增加“资源配置优化”“生产计划优化”“利润最大化问题求解”等案例，衔接西方经济学、计量经济学等专业课程；同时，增加数据分析实践项目，引导学生运用数学方法分析经济数据，进行市场预测与决策，提升数据分析能力与决策优化能力。

通过教学内容整合，经济学专业的高等数学教学更贴合专业需求，学生能够运用数学方法解决经济学中的实际问题，提升经济分析能力与决策优化能力，为后续专业课程的学习与职业发展奠定坚实基础。例如，学生在学习西方经济学课程时，能够运用微积分知识开展边际效用、边际成本的分析，精准理解微观经济学中的核心理论；在学习计量经济学课程时，能够运用概率统计中的回归分析方法，对经济数据进行建模与分析，实现理论知识与实践应用的深度融合。在实践项目中，学生可结合某一行业的市场数据，运用优化理论制定资源配置方案，或运用概率统计方法进行市场需求预测，切实将高等数学知识转化为解决经济实际问题的能力，真正实现“学用结合”，发挥高等数学对经济学专业的赋能作用。

专业需求导向的教学内容整合，核心是立足不同专业的人才培养目标与核心需求，通过“删减冗余、强化核心、增加应用”的策略，实现高等数学教学内容与专业需求的深度适配。工科专业侧重实践应用与工程适配，理科专业侧重理论推导与科研支撑，经管类专业侧重方法运用与经济分析，不同专业结合自身特色开展内容整合，既保留了高等数学的核心知识与思想方法，又突出了专业适配性，有效解决了传统教学中“学用脱节”的问题。通过典型专业的实践案例可见，教学内容整合能够显著提升高等数学教学的实用性与实效性，让数学知识真正服务于专业学习与人才培养，为高等数学课程体系的重构与优化提供有力支撑，推动高等数学教学从“知识传授”向“能力培养”“专业赋能”转型。

第四节 通识教育与专业教育的平衡路径

高等数学作为一门兼具通识教育与专业教育双重属性的课程，既是培养学生逻辑思维、抽象思维、创新思维等核心素养的通识载体，也是支撑专业学习、赋能专业发展的核心基础。当前高等数学课程体系中，存在通识教育与专业教育失衡的问题：部分教学过度侧重专业应用，忽视了通识素养的培育，导致学生数学思维的广度与深度不足；部分教学仍沿用“大一统”的通识模式，缺乏专业适配性，难以满足专业人才培养的需求。实现通识教育与专业教育的有机平衡，既要坚守高等数学的通识育人价值，培养学生的核心数学素养，又要立足专业需求，强化课程的专业赋能作用，构建“通识为基、专业为向、协同共生”的平衡路径，让高等数学既发挥通识教育的基础作用，又凸显专业教育的适配价值，实现“素养培育”与“专业支撑”的双重目标。

一、明确双重属性定位，筑牢平衡根基

实现通识教育与专业教育的平衡，首要任务是明确高等数学的双重属性定位，厘清通识教育与专业教育的核心内涵与相互关系，避免出现“重专业、轻通识”或“重通识、轻专业”的偏差，确保二者协同共生、相互支撑。

（一）坚守通识教育本质，培育核心数学素养

高等数学的通识教育属性，核心是培养学生的核心数学素养，即逻辑推理能力、抽象思维能力、运算求解能力、数据分析能力与创新思维能力，这些素养是学生终身学习、职业发展的基础，也是高等教育通识育人的核心目标。无论何种专业，学生都需要通过高等数学的学习，掌握基本的数学思想与方法，培养严谨的思维习惯，提升分析问题、解决问题的能力，这是高等数学通识教育的核心价值所在。

在课程设计中，需坚守通识教育的本质，保留高等数学的核心基础知识与思想方法，如函数、极限、导数、积分等核心概念，以及逻辑推理、数形结合、转化与化归等核心思想，这些内容是培育学生核心数学素养的基础，也是不同专业学生都需要掌握的通识知识。同时，通过通识化的教学内容，引导学生体会数学的逻辑性、严谨性与实用性，培养学生运用数学思维分析问题、解决问题的能力，而不是单纯的知识记忆与运算训练。例如，在讲解极限概念时，不仅讲解其数学

定义与运算方法,更要引导学生理解极限思想的本质,培养学生的抽象思维与逻辑推理能力,让学生能够运用极限思想分析生活中的实际问题,彰显通识教育的价值。

（二）立足专业教育需求，强化专业赋能作用

高等数学的专业教育属性,核心是为专业学习提供数学支撑,适配不同专业的人才培养需求,强化课程的专业应用价值,让数学知识真正服务于专业学习与专业发展。不同专业对高等数学的需求差异较大,专业教育的侧重点也不同,需立足专业需求,调整教学内容与教学要求,实现数学知识与专业需求的深度衔接,发挥高等数学的专业赋能作用。

在课程设计中,需结合不同专业的核心需求,强化专业相关的数学内容与应用案例,调整教学侧重点,让通识知识与专业应用有机结合。例如,工科专业可在通识核心知识的基础上,强化微分方程、数值计算等专业相关内容,重点培养学生的工程应用能力;理科专业可强化理论推导与抽象思维训练,重点培养学生的科研创新能力;经管类专业可强化概率统计、优化理论等内容,重点培养学生的数据分析与决策能力。通过专业适配的内容设置,让高等数学既满足通识素养培育的需求,又能为专业学习提供有力支撑,实现通识教育与专业教育的协同推进。

（三）厘清二者关系，实现协同共生

通识教育与专业教育并非相互对立,而是协同共生、相互支撑的关系。通识教育是专业教育的基础,核心数学素养的培育能够为学生的专业学习提供思维支撑与能力保障,让学生更好地理解专业知识、掌握专业方法;专业教育是通识教育的延伸与应用,专业相关的数学应用能够让学生更深刻地理解数学知识的实用价值,进一步巩固与提升核心数学素养。

在课程体系设计中,需避免将二者割裂开来,而是要实现二者的有机融合:以通识核心知识为基础,搭建不同专业的适配模块,让通识知识贯穿于专业应用之中,让专业应用反哺通识素养的提升。例如,在讲解微积分这一通识核心内容时,结合不同专业的案例开展教学,既让学生掌握微积分的基本思想与方法(通识目标),又让学生了解微积分在专业中的应用(专业目标),实现“通识为基、专业为向”的协同共生。

二、通识教育与专业教育的平衡路径

结合高等数学的双重属性与不同专业的需求，构建“通识核心统一、专业模块适配、教学方法分层、评价体系多元”的平衡路径，既坚守通识教育的本质，又满足专业教育的需求，实现二者的有机平衡。

（一）构建“通识核心 + 专业模块”的课程结构

课程结构是实现二者平衡的核心载体，构建“通识核心统一、专业模块适配”的课程结构，既能确保全体学生掌握核心数学素养，又能适配不同专业的需求。一是设置统一的通识核心模块，面向所有学生，涵盖函数、极限、导数、积分、线性代数基础、概率统计基础等核心内容，重点培养学生的核心数学素养，确保通识教育的落地。通识核心模块是所有学生的必修内容，确保不同专业学生都能掌握必备的数学基础知识与思想方法。二是设置差异化的专业适配模块，结合不同专业的核心需求，设置针对性的专业模块，如工科专业的工程应用模块、理科专业的理论拓展模块、经管类专业的数据分析模块、文科专业的逻辑素养模块等。专业适配模块为必修或选修内容，学生可根据自身专业需求选择学习，实现专业教育的适配性。

（二）采用“通识化教学 + 专业化引导”的教学方法

教学方法的优化是实现二者平衡的关键，采用“通识化教学 + 专业化引导”的教学方法，既能确保通识素养的培育，又能强化专业应用的引导。一是通识化教学，针对通识核心内容，采用通俗易懂、循序渐进的教学方法，重点讲解核心概念、思想方法与逻辑推理过程，培养学生的核心数学素养，避免过于复杂的专业应用，确保不同基础、不同专业的学生都能掌握通识核心知识。例如，在讲解导数概念时，先从生活中的实际案例（如速度变化、成本变化）入手，引导学生理解导数的本质，培养抽象思维与逻辑推理能力，这是通识化教学的核心；二是专业化引导，在讲解通识核心内容的基础上，结合不同专业的案例，引导学生思考数学知识在专业中的应用，强化专业适配性。例如，在讲解导数的应用时，对工科专业学生，引导其分析机械运动的速度变化、工程零件的受力变化；对经管类专业学生，引导其分析边际成本、边际效用的变化，实现通识知识与专业应用的结合。

针对不同专业的学生，采用分层分类的教学方法，在通识核心内容的教学中，

兼顾学生的专业需求与基础差异，对专业需求较高的学生，适当增加专业相关的拓展内容；对专业需求较低的学生，重点强化通识核心素养的培育，确保教学方法的适配性与实效性。

（三）建立“通识素养 + 专业应用”的多元评价体系

评价体系是实现二者平衡的重要保障，建立“通识素养 + 专业应用”的多元评价体系，既能考核学生的通识核心素养，又能考核学生的专业应用能力，避免评价导向的偏差。一是评价内容多元化，既考核学生对通识核心知识的掌握情况（如概念、运算、逻辑推理），又考核学生的专业应用能力（如案例分析、实践项目、专业相关问题求解）；二是评价方式多样化，采用过程性评价与终结性评价相结合的方式，过程性评价重点考核学生的课堂表现、作业完成质量、实践探究情况，侧重通识素养的培育；终结性评价重点考核学生的知识掌握与专业应用能力，结合不同专业的需求，设置差异化的考核内容，如工科专业增加工程建模案例考核，经管类专业增加数据分析案例考核。

（四）加强师资队伍建设，提升双重教学能力

师资队伍是实现二者平衡的关键支撑，教师需同时具备通识教学能力与专业适配教学能力，才能更好地实现通识教育与专业教育的有机融合。一是加强通识教学能力培养，通过专题培训、教学研讨等形式，让教师掌握通识教育的理念与方法，能够准确把握高等数学的通识核心内容，重点培养学生的核心数学素养；二是强化专业适配能力培养，鼓励教师深入了解所教专业的人才培养目标与数学需求，熟悉专业课程对高等数学知识的应用场景，能够结合专业案例开展教学，实现通识知识与专业应用的结合。例如，组织教师与专业院系开展交流合作，了解专业课程的教学内容需求，编写专业适配的教学案例集，提升教师的专业适配教学能力；三是鼓励教师开展教学研究，探索通识教育与专业教育平衡的教学模式与方法，优化教学内容与教学过程，提升教学质量。

三、平衡路径的实施保障

为确保通识教育与专业教育平衡路径的落地见效，需建立完善的实施保障机制，从课程建设、资源保障、教学管理等方面提供支撑，确保二者的有机融合与协同推进。

（一）加强课程建设，优化课程内容

加强高等数学课程建设，优化课程内容，确保通识核心内容的统一性与专业模块的适配性。一是组织专家团队，梳理高等数学的通识核心内容，明确通识教育的教学目标与内容边界，确保全体学生掌握核心数学素养；二是结合不同专业的需求，编写差异化的专业模块教学材料，增加专业相关的应用案例与实践内容，提升专业适配性；三是定期更新课程内容，兼顾通识教育的前沿性与专业教育的时效性，融入新兴领域的数学知识，确保课程内容既符合通识素养培育的需求，又适配专业发展的需求。

（二）完善资源保障，提供支撑条件

完善教学资源保障体系，为通识教育与专业教育的平衡提供支撑条件。一是构建分层分类的教学资源体系，针对通识核心内容，编写统一的教材、讲义与练习题库；针对专业模块，编写专业适配的案例集、实践指导手册，确保教学资源的适配性；二是搭建多元化的教学平台，利用线上学习平台，上传通识核心内容的教学视频、课件与专业模块的拓展资料，为学生提供自主学习的渠道；搭建线下实践平台，建立数学建模实验室、数据分析实验室等，为学生开展通识实践与专业实践提供场地与设备支持；三是加强教学资源的共享与交流，促进不同专业、不同院校之间的教学资源共享，提升资源利用效率。

（三）强化教学管理，规范教学实施

强化教学管理，规范教学实施，确保通识教育与专业教育平衡路径的有序推进。一是建立课程设置审核机制，审核各专业的课程设置，确保通识核心模块的统一性与专业模块的适配性，避免出现“重专业、轻通识”或“重通识、轻专业”的偏差；二是加强教学过程管理，定期开展教学检查与督导，督促教师落实“通识化教学+专业化引导”的教学方法，确保教学过程的规范性与实效性；三是建立反馈机制，定期收集学生、教师与专业院系的反馈意见，根据反馈意见优化课程内容、教学方法与评价体系，确保通识教育与专业教育的平衡不断完善。

实现高等数学通识教育与专业教育的有机平衡，是高等数学课程体系重构与优化的重要内容，也是提升教学质量与育人实效的关键。通过明确双重属性定位、构建“通识核心+专业模块”的课程结构、采用“通识化教学+专业化引导”的教学方法、建立“通识素养+专业应用”的多元评价体系，能够实现“素养培育”

与“专业支撑”的双重目标。依托完善的实施保障机制，能够确保平衡路径落地见效，让高等数学既发挥通识教育的基础育人价值，又凸显专业教育的适配赋能作用，推动高等数学课程体系向“模块化、分层化、专业化、协同化”转型，更好地满足新工科、新文科建设背景下人才培养的需求。

第四章 课堂教学模式的创新实践

第一节 启发式教学与探究性学习的融合

启发式教学与探究性学习的融合，核心是打破“教师主导、学生被动”的传统教学格局，立足高等数学的学科逻辑与学生认知规律，通过启发引导与自主探究的有机结合，激发学生学习主动性，培养学生的逻辑思维、抽象思维与创新探究能力，实现“知识传授”与“能力培养”的双重目标。二者的融合既保留了启发式教学的引导性优势，又凸显了探究性学习的自主性特点，能够有效破解高等数学课堂枯燥、学生参与度低的痛点，让数学学习从“被动接受”向“主动探究”转变。

一、启发式教学的核心内涵与实施要点

启发式教学源于传统教育理念，结合现代教育规律不断丰富完善，其核心内涵是教师依据教学目标与教学内容，通过问题引导、情境创设、方法启发等方式，激发学生的学习兴趣与主动性，引导学生主动思考、积极探索，自主构建知识体系，而非单纯的知识灌输。在高等数学教学中，启发式教学的核心是“启智引思”，重点培养学生的数学思维与探究能力，让学生不仅“学会”数学知识，更能“会学”数学知识。

（一）核心内涵

启发式教学的核心在于“启发”与“引导”，核心内涵体现在三个方面：一是以学生为主体，尊重学生的认知差异与学习规律，充分调动学生的学习主动性与积极性，让学生成为课堂学习的主人；二是以思维训练为核心，通过层层递进的引导，激发学生的逻辑思维、抽象思维与创新思维，引导学生主动思考、大胆质疑、自主探究；三是以知识建构为目标，通过启发引导，帮助学生理清知识的内在逻辑，自主构建系统的数学知识体系，实现知识与能力的同步提升。与传统“填鸭式”教学相比，启发式教学更注重过程性引导，强调学生的主动参与，注

重培养学生的自主学习能力与探究能力，贴合高等数学“逻辑性强、抽象度高”的学科特点。

（二）实施要点

在高等数学课堂中实施启发式教学，需把握三个核心要点，确保启发的针对性、有效性与连贯性，避免形式化启发，真正实现“启智引思”的目标。

一是精准把握学情，贴合学生认知规律。启发式教学的前提是了解学生的数学基础、学习能力与认知特点，结合学生的实际情况设计启发内容与引导方式。高等数学的知识点抽象且逻辑性强，不同基础的学生对知识的接受能力存在差异，教师需针对不同层次的学生设计不同难度的启发问题，既要让基础薄弱的学生能够跟上引导节奏，获得思考的成就感，也要让优秀学生能够得到拓展提升，激发探究潜力。例如，在讲解“导数的概念”时，对基础薄弱的学生，可从具体的实际案例（如速度变化）入手启发；对优秀学生，可从抽象的极限思想入手启发，确保启发内容贴合学生的认知水平。

二是创设有效情境，激发学习主动性。情境创设是启发式教学的重要载体，通过创设与教学内容相关的生活情境、专业情境、问题情境，让抽象的数学知识变得具体可感，激发学生的学习兴趣与探究欲望。情境的创设需贴合高等数学的教学内容与学生的专业需求，具有针对性与启发性，能够引导学生从情境中发现、提出问题、思考问题。例如，工科专业可创设工程实践情境（如机械振动、电路分析），经管类专业可创设经济分析情境（如边际成本、利润优化），通过情境启发学生思考数学知识在实际中的应用，激发学习主动性。

三是注重问题引导，层层递进启思。问题是启发式教学的核心，教师需设计层层递进、逻辑清晰的启发问题，引导学生逐步深入思考，突破教学难点。问题的设计需遵循“由浅入深、由具体到抽象、由简单到复杂”的原则，既要贴合教学内容的核心重点，又要具有启发性与探究性，避免过于简单或过于复杂的问题。例如，在讲解“定积分的应用”时，可设计如下启发问题：“我们已经掌握了定积分的定义与计算方法，那么定积分能够解决哪些实际问题？”“如何将实际中的面积、体积问题转化为定积分问题？”“不同类型的实际问题，定积分的表达式如何构建？”通过层层递进的问题，引导学生逐步探究定积分的应用方法，培养逻辑思维能力。

二、启发式教学与探究性学习的融合路径

启发式教学与探究性学习的融合，核心是实现“教师引导”与“学生探究”的有机统一，既要发挥教师的主导作用，通过启发引导明确探究方向、搭建探究框架，又要凸显学生的主体作用，让学生主动参与探究过程、自主构建知识体系。结合高等数学教学特点，可通过设计梯度化探究问题、组织小组合作探究、引导学生自主构建知识体系三条核心路径，实现二者的深度融合，提升教学实效。

（一）设计梯度化探究问题，引导有序探究

梯度化探究问题是融合的核心载体，结合教学内容与学生认知规律，设计由浅入深、层层递进的探究问题链，让学生在问题的引导下，有序开展探究活动，逐步深化对知识的理解与掌握。梯度化探究问题需分为基础层、提高层、拓展层三个层次，基础层问题聚焦基础知识的理解，引导学生初步探究；提高层问题聚焦核心能力的提升，引导学生深入探究；拓展层问题聚焦创新能力的培养，引导学生拓展探究。例如，在讲解“线性方程组的求解”时，可设计如下梯度化探究问题：基础层“二元一次线性方程组有哪些求解方法？”“三元一次线性方程组与二元一次线性方程组的求解有什么联系？”；提高层“如何判断线性方程组是否有解？有解时解的个数如何确定？”“高斯消元法的核心思想是什么？如何运用高斯消元法求解线性方程组？”；拓展层“线性方程组的解与矩阵的秩有什么关系？”“线性方程组在工程建模、数据分析中的应用有哪些？”。通过梯度化问题引导，让学生逐步深入探究，既夯实基础知识，又提升探究能力。

（二）组织小组合作探究，强化互动交流

小组合作探究是实现二者融合的重要形式，结合高等数学的教学难点与重点，将学生划分为若干小组，让学生在小组内围绕探究问题，开展互动交流、分工合作、共同探究，在交流中碰撞思维、在合作中解决问题，提升探究能力与合作能力。小组合作探究的实施需把握三个关键：一是合理分组，结合学生的数学基础、学习能力进行异质分组，确保每组既有基础薄弱的学生，也有基础中等与优秀的学生，实现优势互补；二是明确探究任务，教师结合教学目标，为每组分配具体的探究任务，明确探究方向、探究时间与探究要求，避免探究活动流于形式；三是强化教师引导，教师在小组探究过程中，巡视指导，及时发现探究过程中的问题，给予针对性的启发引导，帮助学生突破探究难点，同时鼓励学生大胆表达自

己的观点，促进小组内的互动交流。例如，在探究“多元函数的极值”时，可将学生分为小组，每组负责探究多元函数极值的判定条件、求解方法，并结合专业案例设计应用方案，小组内分工负责查阅资料、推导论证、案例分析，最终小组展示探究成果，教师进行点评总结，实现启发引导与自主探究的有机结合。

（三）引导学生自主构建数学知识体系，实现学用结合

自主构建知识体系是探究性学习的核心目标，也是启发式教学的最终落脚点。在启发引导与探究活动的基础上，引导学生对探究过程中的知识点进行梳理、总结与整合，自主构建系统的数学知识体系，明确知识之间的内在逻辑，实现知识的融会贯通。教师可通过引导学生绘制知识思维导图、总结探究心得、分享探究成果等方式，帮助学生自主构建知识体系。例如，在完成“微积分”模块的探究学习后，引导学生梳理导数、积分、微分方程之间的内在联系，绘制知识思维导图，明确各知识点的核心内容、应用方法与相互关联，让学生从整体上把握微积分的知识体系；同时，引导学生结合专业需求，总结微积分知识在专业中的应用场景，实现知识与实践的结合，提升学用结合能力。

三、融合模式的课堂实施案例（结合高等数学具体内容）

结合高等数学中“微积分”“线性代数”的核心教学内容，设计启发式教学与探究性学习融合的课堂实施流程，通过具体案例展示融合模式的应用过程，凸显教学实效，为高等数学课堂教学提供可借鉴的实践参考。

（一）案例一：微积分——导数的概念与应用

课堂实施流程围绕“启发引导—探究实践—总结升华”三个环节展开，融合启发式教学与探究性学习，引导学生自主探究导数的概念与应用，培养逻辑思维与实践应用能力。

首先，启发引导，创设情境。教师结合学生的专业特点，创设实际情境：工科专业创设“机械零件的瞬时速度计算”情境，经管类专业创设“边际成本变化分析”情境，提出启发问题：“我们知道匀速运动的速度可以通过路程除以时间计算，那么变速运动的瞬时速度如何计算？”“当产量发生微小变化时，成本的变化率如何衡量？”通过情境创设与问题启发，激发学生的学习兴趣与探究欲望，引导学生主动思考。

其次，探究实践，突破难点。教师引导学生开展小组合作探究，设计梯度化

探究问题：基础层“如何通过平均速度逼近瞬时速度？”“平均速度的极限与瞬时速度有什么关系？”；提高层“导数的定义是什么？如何从极限的角度理解导数的本质？”“导数的几何意义是什么？”；拓展层“如何运用导数解决实际中的变化率问题？”“结合自身专业，举例说明导数的应用场景。”小组内分工合作，开展探究活动，教师巡视指导，针对学生探究过程中的疑问，给予启发引导，如引导学生通过具体的数值计算，观察平均速度的变化趋势，理解极限思想在导数定义中的应用；引导学生结合几何图形，理解导数的几何意义。

最后，总结升华，构建体系。各小组展示探究成果，分享探究过程中的思路与收获，教师进行点评总结，梳理导数的定义、几何意义与应用方法，引导学生绘制导数概念的知识思维导图，明确导数与极限、函数之间的内在联系。同时，引导学生结合专业案例，运用导数解决实际问题，如工科专业学生计算机械运动的瞬时速度，经管类专业学生分析边际成本的变化规律，实现知识与实践的融合，提升实践能力。

（二）案例二：线性代数——矩阵的乘法运算

课堂实施流程聚焦“问题启发—自主探究—合作交流—应用提升”，融合启发式教学与探究性学习，引导学生自主探究矩阵乘法的定义、运算规则与应用，突破矩阵乘法抽象难懂的教学难点。

首先，问题启发，引发思考。教师提出启发问题：“我们已经掌握了矩阵的加法、减法运算，那么矩阵之间是否可以乘法运算？”“如果可以，矩阵乘法的运算规则是什么？”“矩阵乘法与实数乘法有什么区别与联系？”通过问题启发，引导学生主动思考，激发探究欲望。同时，教师结合实际案例，如“线性方程组的矩阵表示”“数据变换中的矩阵运算”，让学生感知矩阵乘法的实际意义，为探究活动奠定基础。

其次，自主探究，初步感知。学生自主阅读教材，结合教师提供的探究任务，自主探究矩阵乘法的定义与运算规则，尝试计算简单的矩阵乘法，记录探究过程中的疑问与发现。教师针对学生的疑问，给予针对性的启发引导，如引导学生思考“为什么矩阵乘法要求前一个矩阵的列数等于后一个矩阵的行数？”“矩阵乘法的结果矩阵，其行数与列数如何确定？”，帮助学生理解矩阵乘法的本质。

再次，合作交流，深化理解。组织小组合作探究，小组内交流自主探究的成果，讨论探究过程中的疑问，共同总结矩阵乘法的运算规则与注意事项，如矩阵

乘法不满足交换律、满足结合律等。教师引导小组之间开展交流，分享探究心得，针对学生容易出错的地方，如矩阵乘法的运算顺序、元素的计算方法，进行重点讲解与强调，帮助学生深化对矩阵乘法的理解。

最后，应用提升，构建体系。教师布置探究任务，让学生结合专业需求，探究矩阵乘法的应用案例，如工科专业的“电路分析中的矩阵运算”、经管类专业的“数据分析中的矩阵变换”，引导学生运用矩阵乘法解决实际问题。同时，引导学生总结矩阵乘法与矩阵加法、减法的区别与联系，梳理线性代数中矩阵运算的知识体系，提升知识整合能力与实践应用能力。

启发式教学与探究性学习的融合，能够有效打破传统高等数学课堂的教学局限，激发学生的学习主动性与探究欲望，培养学生的逻辑思维、抽象思维与实践应用能力。通过精准把握学情、创设有效情境、设计梯度化探究问题、组织小组合作探究，能够实现“教师引导”与“学生探究”的有机统一，让学生在探究过程中自主构建知识体系，实现知识与能力的同步提升。结合微积分、线性代数的具体教学内容，融合模式的课堂实施能够有效突破教学难点，提升教学实效，让高等数学课堂更具趣味性、针对性与实效性，为高等数学教学改革提供有力支撑。

第二节 问题驱动教学法的课堂实施

问题驱动教学法是一种以问题为核心、以学生为主体、以探究为导向的新型教学方法，其核心是将教学内容转化为一系列具有针对性、启发性、实践性的问题，以问题引导学生开展学习、探究与解决活动，实现“学思结合、学以致用”。在高等数学教学中，实施问题驱动教学法，能够有效破解传统教学中“重讲授、轻思考”“重知识、轻能力”的痛点，引导学生主动参与课堂，培养学生的问题意识、探究能力与解决实际问题的能力，贴合高等数学“逻辑性强、应用广泛”的学科特点，助力人才培养目标的实现。

一、问题驱动教学法的核心逻辑

问题驱动教学法的核心逻辑是“以问题为载体、以探究为核心、以能力为目标”，打破“教师讲授、学生被动接受”的传统教学逻辑，构建“提出问题—探究问题—解决问题—总结升华”的教学逻辑闭环，让学生在解决问题的过程中学

习知识、提升能力、培育素养。其核心逻辑体现在三个层面，相互关联、有机统一，确保教学活动的针对性与实效性。

（一）核心内涵

问题驱动教学法的核心内涵是“以问题为导向，以学生为主体，以探究为手段，以素养为目标”。与传统教学法相比，其核心区别在于将“问题”作为教学的出发点与落脚点，而非“知识”；将学生的“探究活动”作为教学的核心环节，而非教师的“讲授活动”；将“能力培养”作为教学的核心目标，而非单纯的“知识传授”。在高等数学教学中，问题驱动教学法的核心是结合教学内容与学生专业需求，设计一系列真实、有价值的问题，引导学生围绕问题开展自主探究、合作交流，在解决问题的过程中掌握数学知识、运用数学方法、提升核心素养，实现“知识学习、能力培养、素养培育”的有机统一。

问题驱动教学法的核心特征是问题的真实性、启发性与实践性。真实性是指问题源于生活实际、专业实践或数学学科本身，能够让学生感受到数学知识的实用价值；启发性是指问题能够激发学生的思考欲望，引导学生主动探究，突破教学难点；实践性是指问题能够引导学生运用数学知识与方法解决实际问题，实现学用结合。例如，在高等数学教学中，设计“如何运用微积分知识计算不规则图形的面积？”“如何运用线性代数知识进行数据降维？”等问题，既贴合数学学科特点，又具有实践性与启发性，能够有效引导学生开展探究活动。

（二）核心逻辑框架

问题驱动教学法的核心逻辑框架是“问题设计—问题呈现—探究解决—总结升华”的闭环结构，四个环节相互衔接、层层递进，确保教学活动的有序开展与教学目标的实现。

一是问题设计，这是问题驱动教学法的基础环节，核心是结合教学目标、教学内容与学生需求，设计具有针对性、启发性、实践性的问题，为探究活动奠定基础；二是问题呈现，这是衔接环节，核心是通过合适的方式呈现问题，激发学生的探究欲望，明确探究方向；三是探究解决，这是核心环节，核心是引导学生围绕问题开展自主探究、合作交流，运用数学知识与方法解决问题，培养探究能力与解决问题的能力；四是总结升华，这是收尾环节，核心是对问题解决过程进行总结，梳理知识要点与探究方法，升华教学目标，引导学生构建知识体系，实现知识与能力的提升。

（三）与高等数学教学的适配性

高等数学的学科特点与人才培养需求，决定了问题驱动教学法具有极强的适配性。高等数学知识点抽象、逻辑性强、应用广泛，传统教学模式容易导致学生理解困难、兴趣不高，而问题驱动教学法通过问题引导，能够将抽象的数学知识转化为具体的问题情境，让学生在解决问题的过程中理解知识、运用知识；同时，高等数学的教学目标不仅是让学生掌握知识，更要培养学生的逻辑思维、探究能力与实践应用能力，问题驱动教学法以问题为载体，引导学生开展探究活动，能够有效培养学生的这些核心能力，贴合高等数学的人才培养需求。此外，不同专业对高等数学的需求差异较大，问题驱动教学法可结合不同专业的需求，设计专业相关的问题，实现数学教学与专业需求的深度适配，发挥高等数学的专业赋能作用。

二、问题驱动教学的课堂实施步骤

结合高等数学的教学特点与问题驱动教学法的核心逻辑，将课堂实施分为问题设计、问题呈现、探究解决、总结升华四个环节，明确各环节的教学重点、实施方法与注意事项，确保教学活动有序开展、落地见效，实现“问题驱动、探究引领、能力提升”的教学目标。

（一）问题设计：精准定位，凸显价值

问题设计是问题驱动教学法的基础，直接决定教学效果的好坏。问题设计需遵循针对性、启发性、实践性、层次性的原则，结合教学目标、教学内容、学生学情与专业需求，设计一系列高质量的问题，确保问题能够引导学生开展有效探究，实现教学目标。

教学重点：结合教学重难点，设计能够覆盖核心知识点、突破教学难点的问题；结合学生学情，设计适配不同层次学生的问题；结合专业需求，设计具有专业特色的实践问题。**实施方法：**首先，明确教学目标，梳理教学重难点，确定问题设计的核心方向；其次，分析学生的数学基础、学习能力与认知特点，设计不同层次的问题，兼顾基础薄弱学生与优秀学生的需求；再次，结合学生的专业需求，挖掘数学知识与专业实践的结合点，设计专业相关的实践问题；最后，对设计的问题进行筛选、优化，确保问题的针对性、启发性与实践性，避免问题过于简单、过于复杂或与教学内容无关。

注意事项：问题设计要避免形式化，不追求问题的数量，注重问题的质量；问题之间要具有逻辑性、连贯性，形成问题链，引导学生逐步深入探究；问题设计要贴合学生的认知规律，由浅入深、由具体到抽象，逐步引导学生突破教学难点。例如，在讲解“定积分的概念”时，可设计如下问题链：“如何计算不规则图形的面积？”“分割、近似、求和、取极限的思路能否用于计算不规则图形的面积？”“定积分的定义是什么？其核心思想是什么？”“定积分如何表示不规则图形的面积？”，通过问题链引导学生逐步探究定积分的概念与核心思想。

（二）问题呈现：情境导入，激发兴趣

问题呈现是衔接问题设计与探究解决的关键环节，核心是通过合适的方式呈现问题，创设良好的探究情境，激发学生的探究欲望，明确探究方向，让学生快速进入探究状态。问题呈现的方式需贴合教学内容与学生特点，灵活多样，避免单一化、枯燥化。

教学重点：通过情境创设，将问题融入具体的场景中，让学生感受到问题的真实性与实用性；明确问题的探究要求，引导学生明确探究方向与探究任务。实施方法：一是情境导入呈现，结合生活实际、专业实践或数学史，创设与问题相关的情境，如在讲解“微分方程”时，创设“人口增长预测”“机械振动分析”等情境，将微分方程的问题融入情境中，激发学生的探究兴趣；二是梯度呈现，将设计好的问题链，按照由浅入深的顺序逐步呈现，引导学生逐步深入探究，避免一次性呈现所有问题，给学生造成认知负担；三是互动呈现，通过提问、小组讨论等方式，引导学生主动思考问题，参与问题探究，激发学生的参与度。

注意事项：问题呈现的节奏要适中，给学生足够的思考时间；情境创设要贴合教学内容与学生专业，避免脱离实际；要注重引导学生明确问题的核心，把握探究方向，避免探究活动流于形式。例如，在呈现“如何运用概率统计知识进行投资风险评估”这一问题时，可创设经管类专业的投资情境，展示具体的投资数据，引导学生思考“如何通过数据分析评估投资风险？”“概率统计中的哪些方法可以用于风险评估？”，激发学生的探究欲望。

（三）探究解决：自主探究，合作交流

探究解决是问题驱动教学法的核心环节，核心是引导学生围绕问题开展自主探究、合作交流，运用数学知识与方法解决问题，培养学生的探究能力、解决问题的能力与合作能力。这一环节需充分发挥学生的主体作用，教师做好引导、指

导与调控工作。

教学重点：引导学生自主探究问题，尝试运用已学知识解决问题；组织小组合作交流，碰撞思维、共享成果；帮助学生突破探究难点，确保探究活动有效开展。**实施方法：**一是自主探究，学生结合问题与已学知识，自主思考、尝试解决问题，记录探究过程中的思路、方法与疑问，教师巡视指导，针对学生的疑问给予针对性的启发引导，不直接给出答案，引导学生自主寻找解决问题的方法；二是小组合作，将学生划分为若干小组，小组内交流自主探究的成果与疑问，分工合作、共同探究，针对难度较大的问题，小组内共同讨论、分析，寻找解决问题的方法，教师引导小组之间开展交流，分享探究思路与成果；三是成果展示，各小组展示探究成果，分享解决问题的方法与思路，教师进行点评，肯定优点、指出不足，引导学生优化解决问题的方法，深化对知识的理解。

注意事项：要充分尊重学生的主体地位，给予学生足够的自主探究与合作交流时间；教师的引导要适度，避免过度干预学生的探究过程；要关注不同层次学生的探究情况，对基础薄弱的学生给予更多的指导与鼓励，确保每一位学生都能参与探究活动，获得成长与提升。

（四）总结升华：梳理知识，提升能力

总结升华是问题驱动教学法的收尾环节，核心是对问题解决过程进行总结，梳理知识要点、探究方法与思维规律，升华教学目标，引导学生构建知识体系，实现知识与能力的同步提升。这一环节能够帮助学生巩固所学知识，理清知识之间的内在逻辑，提升知识整合能力与思维能力。

教学重点：梳理问题解决过程中涉及的核心知识点与数学方法；总结探究过程中的思维规律与解决问题的技巧；引导学生将所学知识与专业实践、生活实际相结合，实现学用结合。**实施方法：**一是知识梳理，教师引导学生回顾问题解决的过程，梳理涉及的核心知识点，明确知识之间的内在逻辑，帮助学生构建系统的知识体系，如在解决定积分相关问题后，引导学生梳理定积分的定义、核心思想、计算方法与应用场景；二是方法总结，引导学生总结解决问题的方法与技巧，如探究过程中运用的观察法、归纳法、演绎法、数形结合法等，培养学生的方法意识；三是拓展升华，结合学生的专业需求，引导学生思考所学知识在专业中的应用，拓展知识的应用场景，实现学用结合，同时引导学生反思探究过程中的不足，改进学习方法，提升探究能力。

注意事项：总结升华要贴合教学内容与学生的探究实际，避免空洞说教；要注重引导学生主动参与总结，而不是教师单纯地讲解；要突出知识的应用与能力的提升，实现教学目标的升华。

三、高等数学课堂中的问题案例设计（含设计原则与技巧）

结合高等数学的核心教学内容，设计不同类型的问题案例（实际应用问题、理论探究问题），明确问题设计的原则与技巧，确保问题的针对性、启发性与实践性，为问题驱动教学法的课堂实施提供具体参考，助力教学实效的提升。

（一）问题设计的原则与技巧

问题设计的原则是确保问题质量的核心，结合高等数学教学特点，问题设计需遵循针对性、启发性、实践性、层次性、逻辑性五大原则，同时掌握相应的设计技巧，提升问题的质量与有效性。

设计原则：一是针对性原则，问题要贴合教学目标与教学重难点，覆盖核心知识点，能够引导学生突破教学难点，同时贴合学生的学情与专业需求，确保问题的针对性；二是启发性原则，问题要能够激发学生的思考欲望，引导学生主动探究，避免过于简单或过于复杂，能够引导学生从不同角度思考问题，培养思维的灵活性；三是实践性原则，问题要源于生活实际、专业实践或数学学科本身，能够引导学生运用数学知识解决实际问题，实现学用结合；四是层次性原则，问题要分为不同层次，兼顾基础薄弱学生、基础中等学生与优秀学生的需求，让不同层次的学生都能参与探究，获得提升；五是逻辑性原则，问题之间要具有连贯性、逻辑性，形成问题链，引导学生逐步深入探究，理清知识之间的内在逻辑。

设计技巧：一是结合生活实际与专业实践设计问题，增强问题的真实性与实用性，如结合工科专业的工程实践、经管类专业的经济分析、文科专业的数据分析设计问题，让学生感受到数学知识的实用价值；二是结合数学史设计问题，激发学生的学习兴趣，如在讲解“极限”概念时，结合数学史中极限思想的发展过程设计问题，引导学生了解数学知识的发展脉络；三是设计开放性问题，鼓励学生大胆思考、大胆质疑，培养学生的创新思维，如“除了这种方法，还有哪些方法可以解决这个问题？”“结合自身专业，谈谈如何运用这一数学知识解决实际问题？”；四是结合错题设计问题，针对学生容易出错的知识点，设计针对性的问题，帮助学生巩固知识、规避错误，如在讲解“矩阵乘法”时，针对学生容易

混淆的运算顺序、元素计算等问题，设计纠错类问题。

（二）实际应用问题案例（结合不同专业）

实际应用问题案例聚焦数学知识在生活实际与专业实践中的应用，贴合不同专业的需求，具有较强的实践性与针对性，能够引导学生运用数学知识解决实际问题，实现学用结合。

案例 1：工科专业（机械工程）——机械振动问题。问题：“某机械零件在振动过程中，其位移 y （单位：cm）与时间 t （单位：s）的关系满足二阶微分方程 $y''+2y'+y=0$ ，已知初始条件为 $t=0$ 时， $y=1$ ， $y'=0$ ，求该机械零件的位移随时间的变化规律，并分析其振动特性。”设计思路：结合机械工程专业核心需求，将微分方程知识与机械振动实践结合，引导学生运用二阶线性齐次微分方程的求解方法解决实际问题，既巩固微分方程的知识，又提升实践能力，贴合工科专业的人才培养需求。

案例 2：经管类专业（经济学）——利润最大化问题。问题：“某企业生产某种产品，其总成本函数为 $C(x)=2x^2+3x+100$ （ x 为产量，单位：件），总收益函数为 $R(x)=10x-0.1x^2$ ，如何确定产量 x ，使得企业的利润最大化？最大利润为多少？”设计思路：结合经济学专业的核心需求，将微积分中的导数知识与利润最大化分析结合，引导学生运用导数求极值的方法解决经济决策问题，让学生感受到数学知识在经济分析中的应用价值，提升数据分析与决策优化能力。

案例 3：理科专业（物理）——位移与速度问题。问题：“某物体做直线运动，其加速度 $a(t)=2t+1$ （单位： m/s^2 ），已知 $t=0$ 时，速度 $v(0)=0$ ，位移 $s(0)=0$ ，求该物体的速度函数 $v(t)$ 与位移函数 $s(t)$ ，并计算 $t=5s$ 时的速度与位移。”设计思路：结合物理专业的核心需求，将微积分中的积分知识与直线运动结合，引导学生运用积分方法解决物理中的位移、速度与加速度问题，巩固积分知识，同时培养学生的理论应用能力。

（三）理论探究问题案例（结合高等数学核心内容）

理论探究问题案例聚焦高等数学的核心理论与思想方法，具有较强的启发性与逻辑性，能够引导学生深入探究数学理论的本质，培养逻辑思维与理论探究能力。

案例 1：微积分——极限的存在性探究。问题：“结合函数极限的定义，探究函数 $f(x)=\sin(1/x)$ 在 $x \rightarrow 0$ 时的极限是否存在？若存在，求出极限值；若不存

在，说明理由。并思考：判断函数极限存在的核心条件是什么？” 设计思路：结合极限的核心知识点，引导学生深入探究函数极限的存在性，巩固极限的定义与判断方法，培养学生的逻辑推理与抽象思维能力，突破极限存在性判断这一教学难点。

案例 2：线性代数——矩阵可逆的探究。问题：“什么是可逆矩阵？如何判断一个方阵是否可逆？可逆矩阵的逆矩阵有哪些求解方法？结合矩阵的运算性质，探究可逆矩阵的核心性质，并举例说明可逆矩阵在线性方程组求解中的应用。” 设计思路：围绕矩阵可逆的核心知识点，设计梯度化的探究问题，引导学生深入探究可逆矩阵的定义、判断方法、求解方法与性质，巩固线性代数的核心知识，培养学生的理论探究与知识整合能力。

案例 3：概率统计——随机变量分布的探究。问题：“离散型随机变量与连续型随机变量的分布有什么区别？分别列举常见的离散型随机变量分布（如二项分布、泊松分布）与连续型随机变量分布（如正态分布），探究其分布规律与应用场景，并分析不同分布之间的联系与区别。” 设计思路：结合概率统计的核心知识点，引导学生探究随机变量的分布规律，巩固离散型与连续型随机变量的相关知识，培养学生的逻辑思维与知识梳理能力。

问题类型	案例示例	设计原则体现	适配专业
实际应用问题	某企业利润最大化问题，运用导数求极值求解	实践性、针对性、启发性	经管类专业
实际应用问题	机械零件振动问题，运用二阶微分方程求解	实践性、针对性、层次性	工科专业
理论探究问题	函数极限存在性探究，结合极限定义分析	启发性、逻辑性、层次性	所有专业
理论探究问题	可逆矩阵的探究，分析判断方法与性质	启发性、逻辑性、针对性	理科、工科专业

问题驱动教学法在高等数学课堂中的实施，需遵循“问题设计—问题呈现—探究解决—总结升华”的核心流程，立足教学目标与学生需求，设计高质量的问题案例，充分发挥学生的主体作用与教师的主导作用。通过问题驱动，能够有效激发学生的学习主动性与探究欲望，引导学生在解决问题的过程中掌握数学知识、提升探究能力与解决实际问题的能力，破解传统教学的痛点。结合不同专业的需求设计实际应用问题，结合核心知识点设计理论探究问题，能够实现数学教学与

专业需求的深度适配，提升教学的针对性与实效性，推动高等数学课堂教学模式的创新，助力人才培养目标的实现。

第三节 翻转课堂在高等数学中的应用

翻转课堂是一种打破传统教学模式的新型教学模式，其核心是重构课堂教学流程，将“课堂讲授、课后练习”的传统模式翻转为“课前自主学习、课堂互动探究、课后巩固提升”的教学闭环，凸显学生的主体地位，强化课堂互动与思维训练，提升教学实效。在高等数学教学中，应用翻转课堂能够有效解决传统课堂中“课时紧张、学生参与度低、个性化需求难以满足”等问题，结合高等数学的学科特点与学生需求，优化翻转课堂的应用策略，破解应用中的常见问题，能够充分发挥翻转课堂的优势，推动高等数学教学质量的提升。

一、翻转课堂的核心内涵与优势

翻转课堂源于国外教育实践，结合现代信息技术的发展不断完善，其核心是对传统教学流程的重构，以学生为主体，以信息技术为支撑，实现“自主学习、互动探究、个性化提升”的教学目标。理解翻转课堂的核心内涵与优势，是其在高等数学中有效应用的前提，能够为应用策略的制定提供理论支撑。

（一）核心内涵

翻转课堂的核心内涵是“翻转教学流程、凸显学生主体、强化互动探究”，具体而言，是将传统课堂中教师讲授的基础知识，转移到课前，通过推送学习资源，让学生自主学习、自主掌握；课堂时间则主要用于互动探究、难点突破、成果展示与个性化指导，让学生在互动交流中深化对知识的理解，提升能力；课后则通过个性化练习、拓展探究，巩固学习成果，实现知识与能力的提升。

在高等数学教学中，翻转课堂的核心是结合高等数学的知识点特点，将抽象、基础的知识点（如概念定义、基本运算方法）放在课前自主学习，将复杂、难懂的知识点（如理论推导、综合应用）放在课堂互动探究，实现“基础自主学、难点共同探”的教学模式。其核心特征体现在三个方面：一是教学流程翻转，打破传统“课前预习、课堂讲授、课后练习”的流程，重构为“课前自主学习、课堂

互动探究、课后巩固提升”的闭环；二是学生主体凸显，学生成为学习的主人，自主安排课前学习时间、自主选择学习进度，课堂上主动参与互动探究，充分发挥主动性与积极性；三是信息技术支撑，借助线上学习平台、微课、课件等信息技术资源，为课前自主学习与课堂互动探究提供支撑，提升教学的灵活性与针对性。

（二）核心优势

与传统高等数学课堂教学模式相比，翻转课堂具有显著的优势，能够有效破解传统教学的痛点，提升教学实效，贴合高等数学的教学特点与学生需求。

一是提升学生学习主动性，破解“被动接受”的痛点。翻转课堂将基础知识的学习转移到课前，学生可以自主安排学习时间、自主选择学习进度，结合自身基础，反复观看学习资源，直到掌握知识点，避免了传统课堂中“跟不上、听不懂”的问题，能够有效激发学生的学习主动性与积极性，培养自主学习能力。例如，基础薄弱的学生可以反复观看微课，巩固基础知识；优秀学生可以加快学习进度，提前学习拓展内容，满足个性化学习需求。

二是优化课堂时间利用，破解“课时紧张”的痛点。高等数学知识点多、逻辑性强、难度大，传统课堂中，教师需要花费大量时间讲授基础知识，导致课堂互动探究、难点突破的时间不足，而翻转课堂将基础知识的学习转移到课前，课堂时间主要用于互动探究、难点突破与个性化指导，能够充分利用课堂时间，提升课堂教学的效率与质量。例如，在讲解“多元函数的微分”时，课前让学生自主学习多元函数的概念、偏导数的定义等基础知识，课堂上重点探究偏导数的计算方法、复合函数求导法则等难点内容，提升课堂教学的针对性。

三是强化互动探究，破解“思维训练不足”的痛点。翻转课堂的课堂环节以互动探究为主，通过小组讨论、成果展示、疑问解答等形式，引导学生主动思考、大胆表达，碰撞思维、深化理解，能够有效培养学生的逻辑思维、抽象思维与探究能力。例如，课堂上围绕课前自主学习中遇到的疑问、教学难点，组织学生开展小组讨论，共同探究解决问题的方法，在互动交流中提升思维能力。

四是满足个性化需求，破解“一刀切”的痛点。不同学生的数学基础、学习能力存在差异，传统课堂采用“一刀切”的教学模式，难以满足不同学生的个性化需求，而翻转课堂中，学生可以自主选择学习进度与学习内容，课前自主学习时，基础薄弱的学生可以重点巩固基础知识，优秀学生可以学习拓展内容；课堂

上，教师可以针对不同学生的疑问，给予个性化指导，实现“因材施教”。

二、翻转课堂在高等数学中的应用策略

结合高等数学的教学特点与翻转课堂的核心内涵，从课前、课堂、课后三个环节，制定翻转课堂的应用策略，明确各环节的教学目标、实施方法与注意事项，确保翻转课堂有序开展、落地见效，充分发挥其核心优势，提升高等数学教学质量。

（一）课前：推送优质学习资源，引导自主学习

课前环节是翻转课堂的基础，核心是推送优质的学习资源，明确自主学习任务，引导学生自主学习基础知识，为课堂互动探究奠定基础。这一环节的关键是确保学习资源的适配性、针对性与实用性，引导学生有效开展自主学习。

教学目标：让学生自主掌握本节课的基础知识（如概念定义、基本运算方法、简单应用），明确学习中的疑问，为课堂互动探究做好准备。实施方法：一是精心设计学习资源，结合教学内容与学生学情，设计优质的微课、课件、学习任务单、练习题等学习资源。微课要简洁明了，聚焦核心基础知识，时长控制在5—10分钟，重点讲解概念定义、基本运算方法，结合简单案例，让学生易于理解；课件要条理清晰，梳理核心知识点，方便学生自主梳理；学习任务单要明确自主学习的目标、任务与要求，引导学生有针对性地开展自主学习；练习题要贴合基础知识，帮助学生巩固自主学习成果，发现学习中的疑问。

二是精准推送学习资源，借助线上学习平台（如学习通、雨课堂），将设计好的学习资源推送给学生，明确自主学习的时间节点与要求，引导学生自主安排学习时间，完成学习任务。同时，推送学习指导，如自主学习的方法、重点难点提示，帮助学生高效开展自主学习。三是加强课前反馈，通过线上学习平台，收集学生的自主学习情况，如学习进度、练习题完成情况、提出的疑问，梳理学生普遍存在的疑问与难点，为课堂互动探究提供针对性的方向。

注意事项：学习资源的设计要贴合学生的学情，避免过于复杂或过于简单；要明确自主学习任务与要求，引导学生有效开展自主学习，避免自主学习流于形式；要及时收集学生的课前反馈，精准把握学生的学习情况，为课堂教学做好准备。例如，在讲解“不定积分”时，课前推送不定积分的概念、基本积分公式、简单积分方法的微课与课件，发放学习任务单，引导学生自主学习，完成基础练习题，收集学生关于积分公式记忆、简单积分计算的疑问，为课堂探究做好准备。

（二）课堂：聚焦互动探究，突破教学难点

课堂环节是翻转课堂的核心，核心是聚焦学生课前自主学习中存在的疑问与教学难点，组织互动探究活动，深化学生对知识的理解，提升探究能力与思维能力。这一环节的关键是充分发挥学生的主体作用，强化互动交流，确保探究活动的针对性与实效性。

教学目标：解决学生课前自主学习中存在的疑问，突破教学难点，深化对基础知识的理解，培养学生的探究能力、思维能力与合作能力。实施方法：一是疑问梳理与解答，首先，教师梳理学生课前提出的疑问，针对普遍存在的疑问，进行集中讲解与引导，帮助学生解决困惑；针对个别学生的疑问，进行个性化指导，确保每一位学生都能掌握基础知识。二是互动探究活动，围绕教学难点与重点，组织小组讨论、成果展示、探究实践等互动活动，引导学生主动思考、大胆表达，深化对知识的理解。例如，在讲解“不定积分的换元积分法”时，针对学生课前提出的“换元方法难以掌握”的疑问，组织小组讨论，让学生分享自主学习中的思路与困惑，共同探究换元积分法的核心思想与应用技巧，教师进行引导与总结，帮助学生突破难点。

三是成果展示与点评，组织学生展示课前自主学习的成果，如练习题的解题过程、知识点的梳理笔记等，让学生分享自主学习的方法与心得，教师进行点评，肯定优点、指出不足，引导学生优化学习方法；同时，组织学生展示课堂探究的成果，如探究问题的解决方法、思路等，促进学生之间的交流与学习。四是拓展提升，结合教学内容与学生专业需求，设计拓展性探究任务，引导学生运用所学知识解决复杂问题，提升综合应用能力。

注意事项：课堂互动探究要贴合学生的疑问与教学难点，确保针对性；要充分发挥学生的主体作用，给予学生足够的互动交流时间，避免教师单纯地讲解；要关注不同层次学生的参与情况，引导基础薄弱的学生主动参与，给予更多的鼓励与指导。

（三）课后：布置个性化练习，巩固提升成果

课后环节是翻转课堂的延伸，核心是布置个性化练习与拓展任务，巩固学生的学习成果，引导学生深化对知识的理解，提升综合应用能力，实现“学用结合”。这一环节的关键是确保练习的个性化、针对性与实践性，贴合不同学生的需求。

教学目标：巩固本节课所学的基础知识与核心方法，深化对知识的理解，提

升综合应用能力与自主学习能力，实现知识的融会贯通。实施方法：一是布置个性化练习，结合学生的学情与学习情况，设计不同层次的练习题，基础薄弱的学生重点布置基础知识巩固类练习，如基本运算、简单应用等；基础中等的学生布置能力提升类练习，如综合应用题；优秀学生布置拓展创新类练习，如复杂应用题、数学建模等，满足不同学生的个性化需求。二是布置拓展探究任务，结合学生的专业需求，设计专业相关的拓展任务，如工科专业的工程建模任务、经管类专业的数据分析任务，引导学生运用所学知识解决实际问题，实现学用结合。

三是加强课后反馈与指导，通过线上学习平台，收集学生的课后练习完成情况，针对学生存在的问题，进行集中讲解与个性化指导；同时，引导学生反思课后学习过程，总结学习方法与不足，改进学习策略，提升自主学习能力。四是搭建交流平台，鼓励学生在课后通过线上平台交流学习心得、分享解题方法，形成良好的学习氛围，促进学生共同进步。

注意事项：课后练习的设计要贴合教学内容与学生学情，避免过于繁重；要注重练习的实践性与拓展性，引导学生实现学用结合；要及时反馈学生的练习情况，给予针对性的指导，确保巩固提升的效果。

三、翻转课堂应用中的常见问题与优化措施

在高等数学翻转课堂的应用过程中，受学生自主学习能力、学习资源质量、教学管理等因素的影响，容易出现一些常见问题，影响翻转课堂的应用实效。明确常见问题，制定针对性的优化措施，能够推动翻转课堂的不断完善，提升应用质量，充分发挥其核心优势。

（一）常见问题

一是学生自主学习积极性不足。部分学生长期习惯于传统“被动接受”的教学模式，缺乏自主学习的意识与能力，课前自主学习时，存在敷衍了事、拖延学习的情况，导致课前学习效果不佳，影响课堂互动探究的开展；部分学生缺乏自主学习的方法，不知道如何高效开展自主学习，难以掌握课前学习内容。

二是学习资源适配性不够。部分学习资源（如微课、课件）的设计缺乏针对性，要么过于简单，无法满足学生的学习需求；要么过于复杂，导致学生难以理解，影响自主学习效果；部分学习资源缺乏专业适配性，没有结合不同专业的需求设计，难以发挥数学知识的专业赋能作用；此外，部分学习资源形式单一，多

以讲解为主,缺乏互动性与趣味性,难以激发学生的自主学习兴趣。

三是课堂互动探究流于形式。部分教师在翻转课堂的课堂环节,虽然组织了小组讨论、成果展示等互动活动,但缺乏有效地引导与调控,导致互动探究流于形式。例如,小组讨论时,部分学生参与度不高,存在“搭便车”的情况;成果展示时,仅简单呈现结论,缺乏思路分享与深度交流,无法实现思维的碰撞与深化;部分教师对互动探究的点评过于简单,无法有效引导学生优化思路、深化理解,难以达到互动探究的教学目标。

四是教学评价体系不完善。翻转课堂的教学模式与传统教学模式存在显著差异,而部分教师仍采用传统的教学评价体系,以期末考试成绩为主要评价指标,忽视了学生课前自主学习、课堂互动探究、课后拓展提升等过程性表现,无法全面、客观地评价学生的学习效果与能力提升,难以发挥评价的导向作用,不利于激发学生的学习主动性与探究积极性。

（二）优化措施

针对上述常见问题,结合高等数学的教学特点与翻转课堂的应用规律,制定针对性地优化措施,破解应用痛点,推动翻转课堂的高质量应用,充分发挥其核心优势,提升高等数学教学质量。

一是强化自主学习引导,提升学习积极性。一方面,加强自主学习意识培养,通过课堂引导、案例分享等方式,让学生认识到自主学习的重要性,树立“自主学习、主动探究”的学习理念,打破传统被动接受的学习习惯;另一方面,加强自主学习方法指导,在课前推送学习资源时,同步推送自主学习方法,如知识点梳理方法、疑问记录技巧、微课学习技巧等,帮助学生掌握高效的自主学习方法,提升自主学习能力。同时,建立课前学习激励机制,通过线上学习平台的积分奖励、优秀学习成果展示等方式,激发学生的自主学习积极性,督促学生按时完成课前自主学习任务,确保课前学习效果。

二是优化学习资源设计,提升适配性与趣味性。结合学生学情与不同专业需求,优化学习资源设计,提升资源的针对性与适配性。一是分层设计学习资源,针对不同基础的学生,设计基础层、提高层、拓展层的学习资源,基础层聚焦基础知识讲解,提高层聚焦能力提升,拓展层聚焦专业应用与创新探究,满足不同学生的个性化学习需求;二是强化专业适配性,结合不同专业的核心需求,设计专业相关的学习资源,如工科专业融入工程实践案例,经管类专业融入经济分析

案例，让学习资源更贴合学生的专业需求，发挥数学知识的专业赋能作用；三是丰富学习资源形式，除了微课、课件外，增加互动习题、动画演示、数学史故事等资源，提升学习资源的趣味性与互动性，激发学生的自主学习兴趣，提升自主学习效果。

三是强化课堂引导调控，提升互动探究实效。教师要充分发挥主导作用，加强对课堂互动探究活动的引导与调控，避免互动探究流于形式。一是明确互动探究任务与要求，在组织小组讨论、成果展示等活动前，明确探究任务、探究时间与探究要求，引导学生围绕核心问题开展探究活动；二是加强小组指导，在小组讨论过程中，教师巡视指导，及时发现学生探究过程中的问题，给予针对性的启发引导，督促每一位学生参与探究活动，避免“搭便车”的情况；三是优化成果展示与点评，引导学生展示探究思路与过程，而非单纯呈现结论，鼓励学生大胆表达自己的观点，同时，教师进行针对性点评，既要肯定优点，也要指出不足，引导学生优化探究思路、深化对知识的理解，实现思维的碰撞与提升。

四是完善教学评价体系，发挥评价导向作用。结合翻转课堂的教学模式，构建“过程性评价+终结性评价”相结合的多元化教学评价体系，全面、客观地评价学生的学习效果与能力提升。过程性评价重点关注学生的课前自主学习情况（如学习进度、练习题完成情况、疑问提出情况）、课堂互动探究表现（如参与度、发言质量、探究成果）、课后练习与拓展任务完成情况，采用线上平台数据、小组评价、自我反思等多种方式进行评价；终结性评价主要以期末考试、课程论文等形式开展，重点考查学生的知识掌握程度与综合应用能力。同时，注重评价结果的运用，将评价结果与学生的课程成绩、评优评先等挂钩，发挥评价的导向作用，激发学生的学习主动性与探究积极性，推动翻转课堂应用效果的持续提升。

翻转课堂在高等数学中的应用，能够有效打破传统教学模式的局限，优化课堂教学流程，提升学生的学习主动性与探究能力，破解传统课堂的痛点。通过明确翻转课堂的核心内涵与优势，从课前、课堂、课后三个环节制定科学的应用策略，同时针对应用中的常见问题，采取针对性地优化措施，能够充分发挥翻转课堂的核心优势，提升高等数学教学的针对性与实效性。结合高等数学的学科特点与不同专业学生的需求，不断优化翻转课堂的应用模式，能够推动高等数学课堂教学模式的创新，助力学生核心数学素养与综合能力的全面提升，为高等数学教学改革注入新的活力。

第四节 混合式教学模式的设计与优化

混合式教学模式并非线上教学与线下教学的简单叠加，而是二者的深度融合，其核心是根据高等数学的教学内容、教学重难点与学生学情，合理划分线上与线下教学的内容与环节，充分发挥线上教学与线下教学的优势，实现教学效果的最大化。明确其核心内涵与设计原则，是混合式教学模式科学设计与有效实施的前提。

一、混合式教学模式的核心内涵与设计原则

混合式教学模式的核心内涵是“融合优势、精准分工、协同发力”，具体而言，是将高等数学的教学内容分为线上自主学习内容与线下互动探究内容，线上教学聚焦基础知识的自主学习、简单习题的练习与疑问的初步反馈，充分发挥线上教学的灵活性、便捷性优势，让学生能够自主安排学习时间、自主选择学习进度，夯实基础知识；线下教学聚焦教学难点的突破、综合应用的探究、个性化指导与互动交流，充分发挥线下教学的实效性、针对性优势，让学生在教师的引导与同伴的互动中，深化对知识的理解，提升综合应用能力与思维能力。

（一）核心内涵

与传统线下教学、纯线上教学相比，混合式教学模式具有显著的优势：既避免了传统线下教学“课时紧张、个性化需求难以满足”的不足，又弥补了纯线上教学“互动不足、探究不够、难以有效突破难点”的缺陷，实现了“线上自主学、线下深度探”的教学模式，贴合高等数学“知识点多、逻辑性强、难度大、应用广”的学科特点与学生的个性化学习需求。

在高等数学教学中，混合式教学模式的核心特征体现在三个方面：一是分工明确，线上与线下教学各有侧重、协同发力，线上夯实基础，线下突破难点；二是学生主体凸显，学生可以通过线上平台自主学习、自主练习、自主反馈，通过线下互动探究主动思考、大胆表达，充分发挥学习的主动性与积极性；三是灵活性与实效性兼具，线上教学打破时间与空间的限制，方便学生随时随地学习，线下教学聚焦互动探究，确保教学的针对性与实效性，二者融合能够有效提升教学质量。

（二）设计原则

结合高等数学的教学特点与混合式教学模式的核心内涵，设计混合式教学模

式需遵循针对性、优势互补、学生主体、实用性、可操作性五大原则，确保教学模式的科学合理、切实可行，能够有效提升教学实效。

一是针对性原则，结合高等数学的教学目标、教学重难点与学生学情，合理规划线上与线下教学内容，针对基础知识、简单应用等适合自主学习的内容，安排线上教学；针对教学难点、综合应用、思维训练等适合互动探究的内容，安排线下教学，确保线上与线下教学内容的针对性，贴合教学需求与学生需求。例如，将导数的概念、基本积分公式等基础知识安排线上自主学习，将导数的综合应用、定积分的推导过程等难点内容安排线下互动探究。

二是优势互补原则，充分发挥线上教学与线下教学的优势，实现二者的协同发力。线上教学重点发挥灵活性、便捷性优势，承担基础知识自主学习、习题练习、疑问反馈等任务，让学生能够自主安排学习时间，反复巩固基础知识；线下教学重点发挥实效性、针对性优势，承担难点突破、互动探究、个性化指导、成果展示等任务，让学生在教师的引导与同伴的互动中，深化对知识的理解，提升能力，弥补线上教学的不足。

三是学生主体原则，凸显学生的主体地位，充分调动学生的学习主动性与积极性。线上教学中，引导学生自主学习、自主练习、自主反馈，培养自主学习能力；线下教学中，组织互动探究、小组讨论、成果展示等活动，引导学生主动思考、大胆表达、积极参与，让学生成为课堂学习的主人，实现“要我学”向“我要学”的转变。

四是实用性原则，结合高等数学的教学实际与学校的教学条件，设计简单、实用、可操作的混合式教学模式，避免过于复杂的流程与技术要求，确保教师能够顺利实施、学生能够顺利参与。例如，线上学习平台选择操作便捷、功能完善的常用平台（如学习通、雨课堂），线上学习资源设计简洁明了、易于理解，线下互动探究活动设计贴合教学实际，确保教学模式的实用性与可操作性。

二、混合式教学模式的具体设计（线上 + 线下）

五是动态优化原则，混合式教学模式并非一成不变，需结合教学实践、学生学情的变化与教学条件的改善，动态优化线上与线下教学的内容、环节与方法，及时解决教学过程中出现的问题，不断提升教学模式的适配性与实效性，确保教学目标的实现。

（一）教学内容划分

结合高等数学的教学特点与混合式教学模式的设计原则，从教学内容划分、线上教学设计、线下教学设计、教学流程衔接四个方面，设计具体的混合式教学模式，明确线上与线下教学的内容、方法与要求，确保二者深度融合、协同发力，提升教学实效。

线上教学内容：聚焦基础知识与简单应用，主要包括概念定义、基本公式、基本运算方法、简单例题与习题等适合自主学习的内容。例如，微积分中的导数定义、基本导数公式、简单导数计算，线性代数中的矩阵定义、矩阵加法与减法运算，概率统计中的随机变量定义、基本概率公式等。这些内容难度较低、逻辑性较强，适合学生自主学习、反复巩固，能够充分发挥线上教学的灵活性优势。

合理划分线上与线下教学内容，是混合式教学模式设计的核心，需结合高等数学的教学重难点、知识点特点与学生学情，明确线上与线下教学的侧重点，实现优势互补。具体划分如下：

同时，结合学生的专业需求，在上线与线下教学内容中融入专业相关的案例与应用，如工科专业融入工程实践案例，经管类专业融入经济分析案例，确保教学内容贴合专业需求，实现数学教学与专业需求的深度适配。

线下教学内容：聚焦教学难点、综合应用与思维训练，主要包括理论推导、综合应用题解析、难点突破、互动探究、个性化指导等适合线下开展的内容。例如，微积分中的导数综合应用、定积分的推导过程与复杂应用、微分方程的求解技巧，线性代数中的矩阵乘法运算、线性方程组的复杂求解、可逆矩阵的深度探究，概率统计中的随机变量分布的综合应用、参数估计等。这些内容难度较大、需要互动交流与思维碰撞，适合线下教学，能够充分发挥线下教学的实效性优势。

线上教学设计聚焦基础知识的自主学习与初步反馈，核心是设计优质的学习资源、明确自主学习任务、加强线上反馈与指导，确保学生能够高效开展自主学习，夯实基础知识，为线下教学做好准备。

（二）线上教学设计

一是学习资源设计，结合线上教学内容，设计优质、多样的学习资源，包括微课、课件、学习任务单、基础练习题、疑问解答手册等。微课聚焦核心知识点，时长控制在5—10分钟，讲解简洁明了、重点突出，结合简单案例，让学生易于理解；课件条理清晰，梳理核心知识点与重点难点，方便学生自主梳理；学习任

务单明确自主学习目标、任务与要求，引导学生有针对性地开展自主学习；基础练习题贴合线上教学内容，帮助学生巩固自主学习成果，发现学习中的疑问；疑问解答手册梳理常见疑问与解答方法，方便学生自主查阅、解决简单疑问。

二是自主学习任务安排，借助线上学习平台，将学习资源推送给学生，明确自主学习的时间节点、学习任务与要求，引导学生自主安排学习时间，完成自主学习任务。例如，在讲解“导数的概念”前，推送导数概念的微课、课件与学习任务单，要求学生在课前完成自主学习，掌握导数的定义、几何意义与简单计算，完成基础练习题，并记录学习中的疑问。同时，针对不同层次的学生，布置不同难度的自主学习任务，基础薄弱的学生重点完成基础知识学习与简单习题练习，优秀学生可以完成拓展性习题练习，满足个性化学习需求。

三是线上反馈与指导，通过线上学习平台，收集学生的自主学习情况，如学习进度、练习题完成情况、提出的疑问等，及时进行反馈与指导。针对学生普遍存在的疑问，发布共性疑问解答，帮助学生解决困惑；针对个别学生的疑问，进行一对一的线上指导，确保每一位学生都能掌握线上教学内容。同时，建立线上互动交流群，鼓励学生在群内交流学习心得、分享解题方法、提出疑问，形成良好的线上学习氛围，促进学生共同进步。

（三）线下教学设计

线下教学设计聚焦难点突破、综合应用与互动探究，核心是结合线上自主学习情况，组织互动探究活动、开展个性化指导、解析综合应用题，深化学生对知识的理解，提升综合应用能力与思维能力。

一是疑问梳理与难点突破，首先，教师梳理学生线上自主学习中提出的疑问与普遍存在的问题，针对这些问题，进行集中讲解与引导，帮助学生解决困惑，巩固线上学习成果；其次，聚焦线下教学内容中的教学难点，通过理论推导、案例分析、小组讨论等方式，引导学生深入探究，突破难点。例如，在讲解“定积分的综合应用”时，先梳理学生线上学习中关于定积分计算的疑问，进行集中解答，再通过工程实践案例、几何图方案例，引导学生探究定积分在面积、体积计算中的应用，突破定积分综合应用这一难点。

二是互动探究活动组织，结合线下教学内容与学生学情，组织小组讨论、成果展示、探究实践等互动活动，引导学生主动思考、大胆表达、积极参与。例如，在探究“线性方程组的复杂求解”时，将学生划分为若干小组，每组负责探究一

种复杂线性方程组的求解方法,结合线上学习的基础知识,分工合作、共同探究,小组内交流探究思路与方法,小组之间展示探究成果,教师进行点评与引导,帮助学生深化对线性方程组求解方法的理解,提升探究能力与合作能力。

三是综合应用与个性化指导,结合学生的专业需求,布置综合应用题,引导学生运用线上学习的基础知识与线下探究的方法,解决实际问题,实现学用结合。例如,工科专业布置工程建模类综合应用题,经管类专业布置经济分析类综合应用题,让学生运用微积分、线性代数等知识解决专业相关的实际问题;同时,针对不同层次学生的学习情况,开展个性化指导,基础薄弱的学生重点指导基础知识的巩固与基本方法的运用,优秀学生重点指导拓展性探究与综合应用能力的提升,实现“因材施教”。

四是课堂总结与反馈,每节线下课堂结束后,教师对本节课的核心内容进行总结,梳理知识点之间的内在逻辑,引导学生构建知识体系;同时,收集学生的课堂反馈,了解学生对线下教学内容的掌握情况与存在的疑问,为后续线上与线下教学的优化提供依据。

(四) 教学流程衔接

线上教学与线下教学的有效衔接,是混合式教学模式顺利实施的关键,需构建“线上自主学习—线下互动探究—线上巩固提升—线下拓展深化”的教学闭环,确保线上与线下教学无缝衔接、协同发力。

第一步,线上自主学习,学生在课前通过线上学习平台,完成基础知识的自主学习、基础练习题的练习,记录学习中的疑问,教师收集线上学习情况,梳理共性疑问与难点,为线下教学做好准备;第二步,线下互动探究,教师结合线上学习情况,开展疑问解答、难点突破、互动探究、综合应用等教学活动,引导学生深化对知识的理解,提升能力,学生参与互动探究,分享探究成果,提出新的疑问;第三步,线上巩固提升,线下课堂结束后,教师通过线上学习平台,推送巩固练习题、拓展性资源,引导学生巩固线下学习成果,完成拓展性练习,反馈线下学习中存在的疑问;第四步,线下拓展深化,教师收集线上巩固提升的反馈情况,针对学生存在的问题,开展针对性的线下指导与拓展探究活动,进一步深化学生对知识的理解,提升综合应用能力,形成教学闭环。

混合式教学模式在高等数学教学中的实施,受学习资源质量、教学流程衔接、学生参与度、教学评价等因素的影响,容易出现线上与线下教学融合不深入、互

动不足、针对性不强等问题。结合教学实践，制定针对性的优化策略，不断完善混合式教学模式，提升教学实效。

三、混合式教学模式的优化策略

学习资源是混合式教学模式实施的基础，需结合学生学情、专业需求与教学内容，不断优化学习资源，提升资源的适配性、趣味性与互动性。一是分层优化资源，针对不同基础的学生，优化基础层、提高层、拓展层的学习资源，确保不同层次的学生都能获得适合自己的学习资源，提升自主学习效果；二是强化专业适配，结合不同专业的需求，融入专业相关的案例与应用，让学习资源更贴合学生的专业需求，发挥数学知识的专业赋能作用；三是丰富资源形式，增加互动习题、动画演示、直播答疑、数学建模案例等资源，提升学习资源的趣味性与互动性，激发学生的学习主动性；四是定期更新资源，结合教学内容的调整与学生学情的变化，定期更新线上学习资源，确保资源的时效性与针对性。

（一）优化学习资源，提升适配性与互动性

打破线上与线下教学“两张皮”的现象，强化二者的流程衔接，实现深度融合。一是明确衔接节点，清晰划分线上自主学习、线下互动探究、线上巩固提升、线下拓展深化的时间节点与任务要求，确保教学流程有序推进；二是加强信息互通，教师及时收集线上学习情况与线下教学反馈，将线上学习中的疑问与难点融入线下教学，将线下教学中的重点与要求融入线上巩固提升，实现线上与线下教学的信息互通、协同发力；三是优化教学节奏，结合学生的学习进度与接受能力，合理调整线上与线下教学节奏，避免线上学习任务过重或线下教学过于紧凑，确保学生能够适应教学节奏，提升学习效果。

（二）强化流程衔接，实现线上线下深度融合

学生的参与度是混合式教学模式实效的关键，需采取多种措施，激发学生的学习主动性与参与度。一是建立激励机制，通过线上积分奖励、优秀学习成果展示、课堂表现评价等方式，激发学生的线上自主学习与线下互动探究的积极性；二是加强互动引导，线上教学中，通过互动习题、线上讨论、直播答疑等方式，引导学生主动参与；线下教学中，通过小组讨论、成果展示、探究实践等活动，引导学生主动思考、大胆表达，提升互动参与度；三是强化自主学习指导，帮助学生掌握高效的自主学习方法，培养自主学习能力，让学生能够主动参与线上自

主学习与线下互动探究，提升学习效果。

（三）激发学生参与，提升自主学习与互动探究能力

构建多元化、过程性的教学评价体系，打破传统以期末考试成绩为主的评价模式，全面、客观地评价学生的学习效果与能力提升。一是完善评价内容，将线上自主学习情况（学习进度、练习题完成情况、疑问反馈情况）、线下互动探究表现（参与度、发言质量、探究成果）、综合应用能力（综合应用题完成情况、专业案例应用情况）、自主学习能力等纳入评价范围；二是丰富评价方式，采用线上平台数据评价、小组评价、教师评价、自我反思评价等多种方式，确保评价的全面性与客观性；三是强化评价结果运用，将评价结果与学生的课程成绩、评优评先、推荐就业等挂钩，发挥评价的导向作用，激发学生的学习主动性与探究积极性，推动混合式教学模式的持续优化。

（四）完善评价体系，强化评价导向作用

教师的混合式教学能力是混合式教学模式有效实施的保障，需加强对教师的培训，提升教师的线上教学资源设计能力、线上线下教学组织能力与教学引导能力。一是开展专题培训，围绕混合式教学模式的设计方法、线上学习资源设计技巧、线上线下教学组织策略等内容，开展专题培训，帮助教师掌握混合式教学的核心方法与技巧；二是加强交流研讨，组织教师开展混合式教学实践交流研讨，分享教学经验与案例，探讨教学过程中出现的问题，相互学习、共同提升；三是搭建实践平台，鼓励教师开展混合式教学实践，在实践中积累经验、优化教学方法，不断提升混合式教学能力。

混合式教学模式是高等数学教学改革的重要方向，其核心是融合线上与线下教学的优势，实现“优势互补、提质增效”。通过明确混合式教学模式的核心内涵与设计原则，从教学内容划分、线上教学设计、线下教学设计、教学流程衔接四个方面设计具体的教学模式，同时针对应用中的问题，采取优化学习资源、强化流程衔接、激发学生参与、完善评价体系、加强教师培训等优化措施，能够推动混合式教学模式的不断完善。结合高等数学的学科特点与不同专业学生的需求，持续优化混合式教学模式，能够有效破解传统教学的痛点，提升教学的针对性与实效性，激发学生的学习主动性与探究能力，助力学生核心数学素养与综合能力的全面提升，推动高等数学教学改革的深入开展。

第五章 信息技术与数学教学深度融合

第一节 数字化教学资源的应用

数字化教学资源是信息技术与高等数学教学融合的基础载体，其类型丰富、形式多样，能够打破传统教学资源的局限，适配不同教学环节与学生需求。明确数字化教学资源的核心类型、开发原则与应用策略，能够充分发挥资源的教学价值，提升教学的针对性与实效性，让抽象的数学知识变得具体可感、易于理解。

一、数字化教学资源的核心类型及应用场景

高等数学数字化教学资源围绕教学目标与学生学习需求，形成了多元化的类型体系，不同类型资源的功能与应用场景各有侧重，相互补充、协同发力，覆盖课前、课堂、课后全教学流程，满足不同教学环节的需求。

（一）微课

微课是数字化教学资源的核心类型之一，以短视频为主要形式，聚焦高等数学单个核心知识点、重点难点或解题方法，时长控制在 5—10 分钟，具有简洁明了、重点突出、可重复观看的特点。其应用场景主要集中在课前预习与课后巩固，课前推送微课，帮助学生提前了解核心知识点，梳理学习思路，为课堂学习做好准备；课后推送微课，针对课堂上未掌握的难点内容、解题技巧进行补充讲解，方便学生反复观看、查漏补缺。例如，在讲解“不定积分的换元积分法”时，可制作聚焦换元思路、常见题型解析的微课，课前推送帮助学生初步感知换元方法，课后推送帮助学生巩固解题技巧，提升自主学习效果。

（二）课件

数字化课件是传统课件的升级形式，融合文字、图片、动画、音频等多种元素，能够将抽象的高等数学知识（如极限思想、导数几何意义、矩阵运算）通过可视化形式呈现，增强知识的直观性。其核心应用场景是课堂辅助教学，教师可通过课件展示知识点的逻辑脉络、推导过程、案例解析，替代传统板书的繁琐书

写,节省课堂时间,同时通过动画演示等形式,帮助学生理解抽象概念。例如,在讲解“定积分的几何意义”时,通过课件动画演示“分割、近似、求和、取极限”的全过程,让学生直观感受定积分与不规则图形面积的关联,突破教学难点;此外,课件也可上传至线上平台,供学生课前预习、课后复习时查阅,梳理知识体系。

(三) 题库

数字化题库是依托线上平台构建的标准化习题集合,涵盖高等数学各章节的基础题、提高题、拓展题,题型包括选择题、填空题、计算题、证明题、应用题等,具有分类清晰、自动批改、错题反馈等功能。其应用场景贯穿课前、课堂、课后全流程,课前可推送基础练习题,帮助学生检测预习效果;课堂上可推送随堂练习题,及时反馈学生的知识掌握情况,调整教学节奏;课后可推送分层练习题,基础薄弱学生重点巩固基础知识,优秀学生侧重拓展提升,同时通过错题收集、错题解析功能,帮助学生针对性查漏补缺,形成个性化错题本,提升练习的实效性。例如,在讲解“多元函数的极值”后,题库可推送不同难度的极值求解习题,结合学生答题情况,自动生成错题报告,引导学生针对性复习。

(四) 虚拟仿真资源

虚拟仿真资源是依托虚拟仿真技术构建的沉浸式教学资源,能够模拟高等数学中的抽象概念、复杂过程或实际应用场景,让学生在虚拟环境中进行探究式学习,增强学习的趣味性与实践性。其应用场景主要集中在课堂探究与课后拓展,针对高等数学中难以用传统方式演示的内容(如空间曲面的形成、极限的动态变化、数学建模的实际过程),通过虚拟仿真资源让学生直观感受、动手操作,深化对知识的理解。例如,在讲解“空间解析几何”中的空间曲面时,通过虚拟仿真资源模拟球面、柱面、锥面的形成过程,学生可通过拖拽、旋转等操作,多角度观察曲面特征,理解曲面方程与图形的关联;在数学建模教学中,可通过虚拟仿真模拟实际问题(如人口增长、工程优化)的建模过程,引导学生运用数学知识解决实际问题。

(五) 线上教学视频

线上教学视频与微课相比,时长更长(通常为30—45分钟),内容更系统,涵盖完整的教学章节或教学单元,具有系统性、完整性的特点,相当于“线上课堂”。其应用场景主要包括线上教学、课前系统预习与课后系统复习,适合疫情期间的线上教学,或作为线下教学的补充,帮助学生系统梳理章节知识;对于基

础薄弱、跟不上课堂节奏的学生，可通过线上教学视频重新学习完整知识点，夯实基础；对于优秀学生，可通过拓展类线上教学视频，学习超出教材的内容，提升综合能力。例如，在讲解“微积分”整个单元后，可制作系统的线上教学视频，梳理导数、积分、微分方程的内在逻辑，帮助学生构建完整的知识体系。

二、数字化教学资源开发原则

数字化教学资源的开发并非简单的内容数字化，而是要结合高等数学的学科特点、教学目标与学生学情，遵循科学、实用、趣味、适配的核心原则，确保资源能够真正服务于教学，满足学生的学习需求，提升教学实效。

（一）科学性原则

科学性是数字化教学资源开发的首要原则，核心是确保资源内容的准确性、逻辑的严谨性，符合高等数学的学科规范与教学规律。开发资源时，需严格依据教材、教学大纲，确保知识点的定义、推导过程、解题方法准确无误，避免出现概念混淆、公式错误、逻辑混乱等问题；同时，资源的设计需遵循学生的认知规律，由浅入深、由具体到抽象，贴合高等数学“逻辑性强、抽象度高”的学科特点，帮助学生逐步理解知识、掌握方法。例如，在开发极限相关的资源时，需准确呈现极限的定义、性质与推导过程，避免出现逻辑漏洞，确保学生形成正确的数学认知。

（二）实用性原则

实用性原则强调资源的开发要立足教学实际，贴合教学目标与学生学习需求，具有可操作性与针对性，能够真正解决教学中的痛点、难点问题。开发资源时，需聚焦高等数学的教学重难点、学生容易出错的知识点、难以理解的抽象概念，设计能够帮助学生突破难点、巩固知识、提升能力的资源；同时，资源的形式要简洁易用，避免过于复杂的操作，确保教师能够快速应用于教学，学生能够便捷地开展自主学习。例如，开发题库资源时，要聚焦各章节的核心知识点与常见题型，避免冗余、无用的习题，确保学生通过练习能够有效巩固知识。

（三）趣味性原则

趣味性原则旨在通过丰富的形式、生动的内容，激发学生的学习兴趣，打破高等数学课堂的枯燥感，提升学生的自主学习积极性。开发资源时，可融入动画、短视频、数学史故事、生活案例、专业案例等元素，将抽象的数学知识与生动的

场景结合，让数学学习变得更具吸引力；同时，可设计互动性元素，如互动习题、趣味闯关等，增强学生的参与感，让学生在趣味学习中掌握知识、提升能力。例如，在开发导数相关的微课资源时，可融入生活中的速度变化、成本优化等案例，通过动画演示导数的实际意义，激发学生的学习兴趣。

（四）适配性原则

适配性原则强调资源的开发要贴合不同层次学生的学习需求、不同专业的教学需求，以及不同教学环节的需求，实现“因材施教”。开发资源时，需考虑学生的数学基础差异，设计分层资源，基础层聚焦基础知识与简单应用，提高层聚焦能力提升，拓展层聚焦专业应用与创新探究；同时，结合不同专业的需求，融入专业相关的案例与应用，如工科专业融入工程实践案例，经管类专业融入经济分析案例，确保资源贴合专业需求；此外，资源的设计要适配课前、课堂、课后不同教学环节，如课前资源侧重预习引导，课堂资源侧重点突破，课后资源侧重巩固提升。

三、数字化教学资源的应用策略

数字化教学资源的应用需结合高等数学的教学流程与学生学习特点，立足课前、课堂、课后、个性化学习四大场景，制定科学的应用策略，充分发挥资源的教学价值，实现资源与教学的深度融合，提升教学实效。

（一）课前预习：依托资源，做好铺垫

课前预习是高等数学学习的重要环节，通过数字化资源的推送，能够帮助学生提前了解核心知识点，梳理学习思路，发现学习难点，为课堂学习做好准备。教师可结合教学内容，提前通过线上平台推送微课、课件、基础练习题等资源，明确预习目标与要求，引导学生自主观看微课、查阅课件，完成基础练习题，记录学习中的疑问；同时，通过线上平台收集学生的预习情况，梳理学生普遍存在的疑问，为课堂教学提供针对性的方向。例如，在讲解“矩阵的乘法运算”前，推送矩阵乘法的微课、课件与基础练习题，引导学生提前了解矩阵乘法的运算规则，尝试计算简单的矩阵乘法，记录疑问，课堂上教师针对学生的疑问重点讲解，提升课堂教学效率。

（二）课堂辅助：优化流程，突破难点

课堂教学是数字化资源应用的核心场景，通过资源的合理运用，能够优化课

堂教学流程，突破教学难点，增强课堂互动性与趣味性。教师可利用数字化课件、虚拟仿真资源等，将抽象的数学知识可视化、直观化，帮助学生理解难点内容；同时，结合题库资源，推送随堂练习题，及时检测学生的知识掌握情况，调整教学节奏；此外，可组织学生通过线上互动功能，分享预习心得、提出疑问，增强课堂互动性。例如，在讲解“定积分的应用”时，通过课件动画演示定积分计算不规则图形面积的过程，结合虚拟仿真资源让学生动手操作，深化对定积分几何意义的理解；同时，推送随堂练习题，及时反馈学生的答题情况，针对易错点重点讲解，突破教学难点。

（三）课后巩固：分层推送，查漏补缺

课后巩固是巩固学习成果、提升学习能力的关键，通过数字化资源的分层推送，能够满足不同层次学生的学习需求，帮助学生针对性查漏补缺。教师可结合学生的学习情况，推送分层练习题、微课、课件等资源，基础薄弱的学生重点完成基础练习题，观看基础类微课，巩固基础知识；基础中等的学生完成能力提升类练习题，梳理知识体系；优秀学生完成拓展类练习题，观看拓展类微课，提升综合应用能力；同时，利用题库的错题收集功能，引导学生整理错题本，针对性复习易错知识点，实现查漏补缺。例如，在讲解“微分方程”后，推送基础层、提高层、拓展层三类练习题，结合微课资源，帮助不同层次学生巩固微分方程的求解方法，提升解题能力。

（四）个性化学习：精准推送，因材施教

数字化教学资源能够打破传统“一刀切”的教学模式，实现个性化学习，满足不同学生的学习需求。教师可依托线上平台的数据分析功能，了解学生的学习进度、知识掌握情况、学习习惯等，为学生推送个性化的学习资源，如针对学生的易错知识点，推送相关的微课与练习题；针对学生的学习需求，推送专业相关的拓展资源；同时，引导学生根据自身情况，自主选择学习资源、安排学习时间，培养自主学习能力。例如，对于导数计算掌握不熟练的学生，推送导数计算的专项微课与练习题；对于对数学建模感兴趣的学生，推送数学建模相关的虚拟仿真资源与案例，实现因材施教。

资源类型	核心功能	主要应用场景	适配教学环节
微课	聚焦单个知识点，简洁易懂，可重复观看	课前预习、课后查漏 补缺、难点补充	课前、课后

资源类型	核心功能	主要应用场景	适配教学环节
课件	可视化呈现知识，梳理逻辑脉络，辅助讲解	课堂辅助教学、课前预习、课后复习	课前、课堂、课后
题库	分层习题，自动批改，错题反馈	课前检测、课堂练习、课后巩固	课前、课堂、课后
虚拟仿真资源	沉浸式体验，模拟抽象过程与实际场景	课堂探究、课后拓展、数学建模	课堂、课后
线上教学视频	系统讲解章节知识，完整呈现教学流程	线上教学、系统预习、系统复习	课前、课后、线上教学

数字化教学资源的应用是信息技术与高等数学教学深度融合的基础，通过明确核心类型与应用场景，遵循科学、实用、趣味、适配的开发原则，立足课前、课堂、课后、个性化学习四大场景制定应用策略，能够充分发挥资源的教学价值，打破传统教学的局限，提升教学的针对性与实效性。多样化的数字化教学资源不仅能够帮助学生理解抽象的数学知识、巩固学习成果，还能激发学生的学习兴趣，培养自主学习能力，为高等数学教学改革注入新的活力，推动教学质量的持续提升。

第二节 数学软件在教学中的辅助作用

高等数学的学习离不开大量的计算、推导与建模，传统教学中，复杂的计算、抽象的概念、繁琐的建模过程往往成为学生学习的难点，也增加了教师的教学负担。数学软件作为信息技术与数学教学融合的重要工具，能够简化复杂计算、可视化抽象概念、模拟数学过程、辅助数学建模，有效破解教学痛点，提升教学效率与效果。梳理常用数学软件的功能与应用场景，明确其辅助作用与实施路径，能够推动数学软件与高等数学教学的深度融合，助力教学质量提升。

一、高等数学教学中常用的数学软件及应用场景

高等数学教学中常用的数学软件种类较多，不同软件的核心功能与应用场景各有侧重，结合教学内容与学生专业需求，合理选用数学软件，能够充分发挥其辅助教学的作用，提升教学实效。以下重点介绍 Mathematica、Matlab、SPSS 三种常用数学软件。

（一）Mathematica 软件

Mathematica 是一款功能强大的数学计算软件，核心功能涵盖符号计算、数值计算、图形绘制、程序设计等，具有运算精准、操作便捷、可视化效果好的特点，适配高等数学的大部分教学内容。其应用场景主要集中在微积分、线性代数、常微分方程等章节，可用于复杂的符号运算（如导数、积分、极限的求解）、数值计算（如复杂函数的求值、方程组的求解）、图形绘制（如函数图像、空间曲面、向量场的绘制），帮助学生直观理解抽象的数学概念与运算过程。例如，在讲解“极限”时，可利用 Mathematica 软件计算不同函数在某一点的极限值，绘制函数的动态变化图像，让学生直观感受极限的定义与性质；在讲解“空间解析几何”时，可通过软件绘制球面、柱面、锥面等空间曲面，帮助学生理解空间图形的特征与方程的关联；此外，该软件还可用于数学公式的编辑与排版，方便教师制作课件、编写习题。

（二）Matlab 软件

Matlab 软件以数值计算为核心，同时具备图形绘制、仿真模拟、程序设计等功能，具有运算高效、兼容性强、应用广泛的特点，尤其适合工科专业的高等数学教学。其应用场景主要包括微积分、线性代数、微分方程、数学建模等，可用于复杂的数值计算（如大型矩阵运算、微分方程的数值求解）、仿真模拟（如人口增长、机械振动等实际问题的模拟）、数学建模（如工程优化、数据分析等问题的建模与求解）。例如，在讲解“线性代数”中的矩阵运算时，可利用 Matlab 软件快速求解大型矩阵的行列式、逆矩阵、特征值与特征向量，避免繁琐的手工计算，提升教学效率；在讲解“微分方程”时，可通过软件求解复杂的常微分方程、偏微分方程，绘制解的图像，帮助学生理解微分方程的解的特征；在数学建模教学中，可利用该软件进行数据处理、模型构建与求解，引导学生运用数学知识解决工程实际问题。

（三）SPSS 软件

SPSS 软件是一款专门用于数据分析与统计的软件，核心功能涵盖数据录入、数据整理、描述性统计、推断性统计、回归分析、方差分析等，具有操作简单、可视化效果好的特点，主要适配高等数学中概率统计章节的教学，同时适合经管类、文科类专业的数据分析教学。其应用场景主要包括数据整理与分析、统计图表绘制、回归分析、假设检验等，可帮助学生理解统计概念、掌握统计方法，提

升数据分析能力。例如，在讲解“描述性统计”时，可利用 SPSS 软件对一组数据进行均值、方差、标准差等统计量的计算，绘制直方图、折线图等统计图表，让学生直观感受数据的分布特征；在讲解“回归分析”时，可通过软件进行线性回归、非线性回归分析，绘制回归曲线，帮助学生理解回归分析的原理与应用方法；在经管类专业的教学中，可利用该软件对经济数据进行分析，如销售额与销售量的相关性分析，帮助学生运用统计知识解决实际问题。

二、数学软件在教学中的辅助作用

数学软件在高等数学教学中的辅助作用贯穿教学全过程，能够有效破解传统教学的痛点，优化教学流程，提升教学效率与效果，同时培养学生的实践能力与创新思维，实现“教”与“学”的双向提升。

（一）简化复杂计算，提升教学效率

高等数学中存在大量复杂的计算，如高阶导数的计算、多重积分的计算、大型矩阵的运算、微分方程的求解等，手工计算不仅耗时费力，还容易出现错误，既增加了教师的教学负担，也影响学生的学习体验。数学软件能够快速、精准地完成各类复杂计算，替代繁琐的手工计算，让教师能够将更多的时间与精力投入到知识点讲解、思维引导、互动探究等核心教学环节，提升课堂教学效率；同时，学生可以借助数学软件验证手工计算的结果，避免计算错误，集中精力理解计算原理与方法，提升学习效果。例如，在讲解“三重积分”时，手工计算往往需要花费大量时间，且容易出错，利用 Mathematica 或 Matlab 软件，可快速求解三重积分的结果，让学生将重点放在三重积分的概念、几何意义与积分区域的确定上，提升教学实效。

（二）可视化数学概念，突破教学难点

高等数学中的许多概念（如极限、导数、积分、空间曲面）具有较强的抽象性，传统教学中，仅通过语言讲解、板书演示，难以让学生直观理解概念的本质，成为教学中的难点。数学软件具有强大的可视化功能，能够将抽象的数学概念转化为直观的图形、动画，让学生通过观察、操作，直观感受概念的内涵与特征，突破教学难点。例如，在讲解“导数的几何意义”时，利用数学软件绘制函数图像与切线，通过动画演示切线的动态变化过程，让学生直观理解导数就是函数在某一点的切线斜率；在讲解“极限的定义”时，通过软件绘制函数在某一点附近

的动态变化图像,让学生直观感受“无限逼近”的过程,理解极限的本质;在讲解“空间曲面”时,通过软件绘制空间曲面的三维图像,学生可通过旋转、缩放等操作,多角度观察曲面特征,理解曲面方程与图形的关联。

（三）模拟数学过程，增强学习体验

高等数学中的许多数学过程（如极限的逼近过程、积分的“分割、近似、求和、取极限”过程、微分方程的变化过程）具有动态性、抽象性，传统教学中难以直观演示，导致学生难以理解过程的本质。数学软件能够模拟这些数学过程，通过动画、仿真等形式，让学生直观感受数学过程的动态变化，增强学习的趣味性与体验感，深化对知识的理解。例如，在讲解“定积分的概念”时，利用数学软件模拟“分割、近似、求和、取极限”的全过程，通过动画演示分割的份数越多，近似值越接近真实值的过程，让学生直观理解定积分的核心思想；在讲解“微分方程的解”时，通过软件模拟微分方程解的动态变化过程，让学生直观感受解的变化规律，理解微分方程的实际意义。

（四）辅助数学建模，培养实践能力

数学建模是高等数学教学的重要内容，也是培养学生实践能力与创新思维的重要途径，其核心是将实际问题转化为数学模型，运用数学知识与方法解决实际问题。传统教学中，数学建模的过程繁琐，数据处理、模型求解难度较大，限制了学生建模能力的培养。数学软件能够为数学建模提供强大的支撑，帮助学生完成数据处理、模型构建、模型求解、结果分析等环节，降低建模难度，提升建模效率，同时培养学生运用数学知识解决实际问题的能力。例如，在解决“人口增长预测”“工程优化”等实际问题时，学生可利用 Matlab 软件进行数据整理与分析，构建数学模型，求解模型并分析结果，直观感受数学与实际生活、专业实践的关联，提升实践能力与创新思维。

三、数学软件融入教学的实施路径

数学软件融入高等数学教学，并非简单的软件操作教学，而是要结合教学内容、学生专业需求与教学目标，制定科学的实施路径，将软件操作与知识点讲解、思维训练、实践应用有机结合，确保软件真正服务于教学，提升教学实效。

（一）结合教学内容，设计软件操作案例

软件融入教学的核心是贴合教学内容，将软件操作与知识点讲解有机结合，

设计针对性的软件操作案例，让学生在掌握知识点的同时，学会运用软件解决相关问题。教师可结合各章节的教学重难点，设计与知识点对应的软件操作案例，将软件操作融入知识点讲解过程中，引导学生通过软件操作深化对知识点的理解。例如，在讲解“导数的计算”时，设计导数计算的软件操作案例，引导学生利用 Mathematica 软件计算不同类型函数的导数，对比手工计算结果，理解导数的计算方法；在讲解“矩阵运算”时，设计矩阵行列式、逆矩阵求解的软件操作案例，让学生利用 Matlab 软件完成矩阵运算，掌握矩阵运算的原理与方法；在讲解“概率统计”时，设计数据分析的软件操作案例，让学生利用 SPSS 软件进行数据统计与分析，掌握统计方法的应用。

（二）开展软件实操训练，提升操作能力

软件操作能力是学生运用软件辅助学习的基础，需通过系统的实操训练，让学生掌握常用数学软件的基本操作方法，能够熟练运用软件解决相关的数学问题。教师可结合教学进度，安排专门的实操训练课时，讲解软件的基本操作、核心功能，引导学生进行动手操作；同时，布置实操作业，让学生课后自主练习，巩固软件操作技能；此外，可搭建线上交流平台，鼓励学生分享软件操作经验、提出操作疑问，相互学习、共同提升。例如，在讲解 Matlab 软件的基本操作后，安排实操训练，让学生练习矩阵运算、函数图像绘制等操作，课后布置实操作业，让学生运用软件求解微分方程、绘制空间曲面，提升软件操作能力。

（三）引导学生利用软件，解决实际问题

软件融入教学的最终目标是培养学生运用数学知识与软件解决实际问题的能力，需引导学生将软件应用于实践，结合专业需求与生活实际，开展实践探究活动。教师可结合学生的专业特点，设计实践探究任务，引导学生利用数学软件解决专业相关的实际问题；同时，鼓励学生关注生活中的数学问题，运用软件进行分析与求解，实现学用结合。例如，工科专业的学生，可引导其利用 Matlab 软件进行工程建模、机械振动分析等实践探究；经管类专业的学生，可引导其利用 SPSS 软件进行经济数据分析、市场预测等实践探究；理科专业的学生，可引导其利用 Mathematica 软件进行复杂的数学推导与计算，提升实践应用能力。

数学软件作为信息技术与高等数学教学融合的重要工具，能够简化复杂计算、可视化抽象概念、模拟数学过程、辅助数学建模，有效破解传统教学的痛点，提升教学效率与效果。通过梳理常用数学软件的功能与应用场景，明确其辅助作用，

结合教学内容设计软件操作案例、开展实操训练、引导学生解决实际问题，能够推动数学软件与高等数学教学的深度融合。合理运用数学软件，不仅能够帮助学生理解抽象的数学知识、提升学习效果，还能培养学生的实践能力与创新思维，贴合新工科、新文科建设背景下人才培养的需求，为高等数学教学改革提供有力支撑。

第三节 在线学习平台的建设及使用

在线学习平台是信息技术与高等数学教学深度融合的核心载体，能够整合数字化教学资源、实现线上线下教学协同、满足学生自主学习与教师教学管理的需求。随着高等数学教学改革不断推进，在线学习平台已成为教学不可或缺的重要组成部分，其建设质量与使用效果直接影响教学融合的深度与实效。明确在线学习平台的核心功能、建设思路与使用策略，能够充分发挥平台的教学价值，推动教与学的协同提升，实现高等数学教学模式的创新。

一、高等数学在线学习平台的核心功能

高等数学在线学习平台的核心功能围绕“教”与“学”两大主体，涵盖资源推送、在线答疑、作业提交、学习监测、互动交流五大核心模块，各模块相互协同、功能互补，能够满足线上教学、自主学习、教学管理等多方面的需求，构建“教、学、管、评”一体化的教学闭环。

（一）资源推送功能

资源推送功能是在线学习平台的基础功能，能够实现数字化教学资源的集中管理与精准推送，适配不同教学环节与学生需求。平台可整合微课、课件、题库、虚拟仿真资源、线上教学视频等各类数字化资源，按照教学章节、知识点进行分类整理，方便教师与学生快速查找、获取资源；教师可根据教学进度与学生学情，向学生精准推送预习资源、课堂辅助资源、课后巩固资源，实现资源的个性化推送；学生可根据自身学习需求，自主浏览、下载平台上的资源，开展自主学习，弥补课堂学习的不足。例如，教师在课前通过平台推送微课与预习习题，课堂上推送课件与随堂练习，课后推送分层练习题与拓展资源，学生可根据自身情况，自主选择资源进行学习。

（二）在线答疑功能

在线答疑功能能够打破时间与空间的限制，解决学生学习中的疑问，实现师生、生生之间的实时互动，提升学习的针对性与实效性。平台可设置多种答疑形式，如实时答疑、留言答疑、答疑专区等，学生在学习过程中遇到疑问时，可随时通过平台向教师提问，教师可实时回复或定期集中回复；同时，学生之间可在平台上相互交流、解答疑问，形成良好的学习氛围。例如，学生在课后复习时遇到导数计算的疑问，可通过平台留言向教师提问，教师看到后及时回复，帮助学生解决困惑；此外，平台可整理常见疑问，形成答疑知识库，方便学生自主查阅，提升自主解决问题的能力。

（三）作业提交功能

作业提交功能能够实现作业的线上布置、提交、批改与反馈，简化教学管理流程，提升作业批改效率与反馈及时性。教师可通过平台布置线上作业，设置作业截止时间、批改标准，支持分层作业布置，满足不同层次学生的需求；学生可在平台上完成作业并提交，平台支持多种作业形式，如客观题、主观题、实操题等，客观题可自动批改，主观题可由教师线上批改，批改后可直接反馈给学生，标注错误原因与改进建议；同时，平台可自动统计作业完成情况、正确率等数据，方便教师了解学生的学习效果，针对性调整教学策略。例如，教师在讲解“不定积分”后，通过平台布置分层作业，基础薄弱学生完成基础积分练习题，优秀学生完成拓展积分应用题，学生线上提交作业后，教师线上批改并反馈，及时发现学生的问题并进行指导。

（四）学习监测功能

学习监测功能能够实现对学生学习过程的实时监测与数据分析，帮助教师精准掌握学生的学习情况，实现个性化教学与教学优化。平台可记录学生的学习行为，如资源观看时长、作业完成情况、习题正确率、答疑提问情况等，通过数据分析，生成学生个人学习报告与班级学习报告，直观呈现学生的学习进度、知识掌握情况、学习薄弱点；教师可根据监测数据，精准把握学生的学情，针对学生的薄弱点推送个性化学习资源，调整教学节奏与教学方法；同时，学生可通过个人学习报告，了解自身的学习情况，明确学习目标，针对性查漏补缺。例如，平台通过监测发现部分学生在“矩阵乘法”知识点上正确率较低，教师可针对该知识点推送相关微课与练习题，帮助学生巩固提升。

（五）互动交流功能

互动交流功能能够增强师生、生生之间的互动，营造良好的学习氛围，提升学生的参与度与自主学习积极性。平台可设置班级讨论区、学习小组、在线班会等互动模块，教师可在讨论区发布讨论话题，引导学生围绕教学内容、学习心得、实践探究等展开讨论；学生可在讨论区分享学习心得、解题方法，相互交流、相互学习；同时，教师可通过在线班会，发布教学通知、总结学习情况、解答共性疑问，实现师生之间的实时互动。例如，教师在讲解“数学建模”后，在讨论区发布建模案例，引导学生围绕案例展开讨论，分享建模思路与方法，提升学生的探究能力与合作能力。

二、高等数学在线学习平台的建设思路

在线学习平台的建设需立足高等数学的教学特点、学生学习需求与教师教学需求，遵循易用性、兼容性、个性化的核心思路，优化平台设计，提升平台的实用性与适配性，确保平台能够真正服务于教与学，推动信息技术与教学的深度融合。

（一）坚持易用性原则，优化平台操作体验

易用性是平台建设的首要原则，核心是确保平台操作简单、便捷，符合教师与学生的使用习惯，降低使用门槛。平台设计需简洁明了，界面布局合理，核心功能突出，方便教师与学生快速找到所需功能；简化注册、登录、资源查找、作业提交、答疑等操作流程，避免过于复杂的操作步骤；同时，提供平台使用指南、操作教程等，帮助教师与学生快速掌握平台的使用方法。例如，平台首页可设置资源中心、作业中心、答疑中心、互动中心等核心模块，教师可快速进入模块布置作业、推送资源，学生可快速进入模块学习、提交作业、提问答疑，提升操作体验。

（二）坚持兼容性原则，实现多终端与资源适配

兼容性原则强调平台要能够适配不同终端、不同浏览器，同时兼容各类数字化教学资源，确保教师与学生能够随时随地开展教与学。平台需支持电脑端、手机端、平板端等多终端登录，数据实时同步，方便学生利用碎片化时间开展自主学习，教师利用空闲时间进行教学管理；同时，平台需兼容微课、课件、题库、虚拟仿真资源等各类数字化资源，支持多种格式的资源上传、播放与下载，确保

资源能够正常使用；此外，平台需与学校现有的教学管理系统、教务系统对接，实现数据共享，简化教学管理流程。例如，学生可通过手机端登录平台，观看微课、完成作业、提问答疑，教师可通过电脑端登录平台，查看学生学习数据、批改作业、推送资源，实现多终端协同。

（三）坚持个性化原则，适配不同教学与学习需求

个性化原则强调平台的建设要贴合不同层次学生的学习需求、不同专业的教学需求，以及不同教师的教学风格，实现“因材施教”与“因教施策”。平台可根据学生的学习基础、学习习惯、学习进度，推送个性化的学习资源与作业，如为基础薄弱学生推送基础类资源与习题，为优秀学生推送拓展类资源与习题；结合不同专业的需求，整合专业相关的数字化资源，如工科专业的工程建模资源、经管类专业的经济分析资源，确保资源贴合专业需求；同时，平台可支持教师根据自身教学风格，自定义教学模块、布置个性化作业、设计互动话题，适配不同教师的教学需求。例如，平台可根据学生的学习数据，为每位学生生成个性化学习方案，推送适合的学习资源，引导学生自主学习。

三、在线学习平台的使用策略

在线学习平台的价值在于应用，需结合高等数学的教学流程与学生学习特点，制定科学的使用策略，充分发挥平台的核心功能，实现教师教学与学生学习的协同提升，推动线上线下教学的深度融合。

（一）教师层面：利用平台优化教学，提升教学实效

教师作为平台使用的主导者，需充分利用平台的核心功能，优化教学流程，提升教学实效，实现教学模式的创新。一是利用平台推送资源，结合教学进度与学生学情，精准推送预习、课堂、课后各类资源，引导学生开展自主学习，为课堂教学做好准备；二是利用平台开展线上教学，结合线下教学，构建混合式教学模式，如疫情期间通过平台开展线上直播教学，线下课堂重点进行互动探究与难点突破；三是利用平台进行教学管理，通过作业提交、学习监测功能，了解学生的学习情况，针对性调整教学策略，开展个性化指导；四是利用平台开展互动交流，通过讨论区、在线答疑等功能，及时解决学生的疑问，营造良好的学习氛围。例如，教师可通过平台监测学生的预习情况，梳理共性疑问，在课堂上重点讲解；通过平台批改作业，统计易错点，针对性开展巩固练习。

（二）学生层面：利用平台自主学习，提升学习能力

学生作为平台使用的主体，需充分利用平台的功能，开展自主学习，提升自主学习能力与综合能力。一是利用平台开展课前预习，观看教师推送的微课、课件，完成预习习题，记录学习疑问，为课堂学习做好准备；二是利用平台进行课后复习，观看课后巩固资源，完成分层作业，整理错题本，针对性查漏补缺；三是利用平台提问答疑，遇到学习疑问时，及时通过平台向教师、同学提问，解决困惑；四是利用平台参与互动交流，分享学习心得、解题方法，参与讨论话题，提升参与度与合作能力。例如，学生可利用平台的个性化学习资源，根据自身薄弱点，针对性复习知识点；通过平台的答疑知识库，自主解决常见疑问，提升自主学习能力。

（三）协同层面：实现教与学的协同，推动深度融合

在线学习平台的核心价值在于实现教与学的协同，打破线上线下教学的界限，推动信息技术与高等数学教学的深度融合。教师与学生需充分利用平台的互动交流、学习监测等功能，实现实时联动，教师及时掌握学生的学习情况，调整教学策略，学生及时获取教师的指导与反馈，优化学习方法；同时，平台可作为线上线下教学衔接的桥梁，课前通过平台推送资源、收集预习情况，课堂上通过开展互动、检测学习效果，课后通过平台推送巩固资源、反馈学习情况，构建“线上自主学习—线下互动探究—线上巩固提升”的教学闭环，实现教与学的协同提升。例如，教师通过平台收集学生的课后作业反馈，了解学生的学习薄弱点，在下次课堂上重点讲解；学生通过平台获取教师的批改反馈，针对性调整学习方法，巩固知识。

平台核心功能	教师使用场景	学生使用场景	核心价值
资源推送	推送预习、课堂、课后资源，精准适配学情	自主浏览、下载资源，开展预习与复习	实现资源个性化推送，提升学习针对性
在线答疑	回复学生疑问，整理答疑知识库	提问答疑，查阅答疑知识库，生生互助	打破时空限制，及时解决学习困惑
作业提交	布置分层作业，线上批改与反馈	线上完成并提交作业，查看批改反馈	简化批改流程，提升反馈及时性
学习监测	分析学习数据，掌握学情，调整教学策略	查看个人学习报告，明确薄弱点	实现精准学情分析，助力个性化教学
互动交流	发布讨论话题，开展线上互动，总结学情	参与讨论，分享心得，生生互助	营造良好学习氛围，提升参与度

在线学习平台是信息技术与高等数学教学深度融合的核心载体，其核心功能涵盖资源推送、在线答疑、作业提交、学习监测、互动交流，能够满足教与学的多方面需求。遵循易用性、兼容性、个性化的建设思路，优化平台设计，结合教师与学生的使用策略，充分发挥平台的教学价值，能够实现教与学的协同提升，打破传统教学的局限，推动线上线下教学的深度融合。在线学习平台的建设及使用，不仅能够提升教学效率与效果，还能培养学生的自主学习能力与综合能力，为高等数学教学改革注入新的活力，助力人才培养目标的实现。

第四节 人工智能赋能个性化教学探索

随着人工智能技术的快速发展，其在教育领域的应用日益广泛，为高等数学个性化教学提供了新的可能。传统高等数学教学采用“一刀切”的模式，难以满足不同层次学生的学习需求，而人工智能技术能够通过精准学情分析、个性化学习推送、智能答疑、自动化批改等功能，打破传统教学的局限，实现“因材施教”。探索人工智能赋能高等数学个性化教学的路径，分析应用中的挑战并提出应对策略，能够推动人工智能与高等数学教学的深度融合，提升教学质量与实效。

一、人工智能技术在高等数学教学中的应用优势

人工智能技术依托大数据、机器学习、自然语言处理等核心技术，在高等数学教学中具有显著的应用优势，能够精准对接教与学的需求，破解传统个性化教学的难点，实现教学的智能化、个性化，提升教与学的效率与效果。

（一）精准学情分析，把握学生学习特点

传统学情分析主要依靠教师的课堂观察、作业批改与经验判断，难以全面、精准地把握学生的学习特点、知识掌握情况与学习薄弱点。人工智能技术能够通过收集学生的学习数据（如资源观看时长、作业完成情况、习题正确率、答疑提问情况、学习节奏等），利用大数据分析 with 机器学习算法，构建精准的学生学习画像，直观呈现学生的学习基础、学习习惯、学习进度、知识薄弱点等，帮助教师精准把握每一位学生的学情，为个性化教学提供数据支撑。例如，人工智能系统可通过分析学生的作业数据，发现学生在“不定积分换元法”上的正确率较低，

且主要错误集中在换元思路不清晰,从而为教师提供针对性的教学建议,也为学生推送个性化的学习资源。

（二）个性化学习推送，满足差异化需求

不同学生的数学基础、学习能力、学习习惯存在差异,传统教学中“一刀切”的资源推送与教学方法,难以满足学生的差异化需求。人工智能技术能够基于学生的学习画像,结合教学目标与知识点难度,为每一位学生推送个性化的学习资源与学习方案,基础薄弱的学生重点推送基础类资源与习题,帮助其巩固基础知识;基础中等的学生推送能力提升类资源与习题,帮助其提升解题能力;优秀学生推送拓展类资源与习题,帮助其拓展思维、提升综合能力。例如,人工智能系统可根据学生的学习进度,为学生推送适配的微课、练习题,当学生完成基础练习后,自动推送难度更高的练习题,实现学习内容的动态调整,满足差异化需求。

（三）智能答疑，提升答疑效率与针对性

传统答疑模式主要依靠教师线下答疑或线上留言答疑,存在答疑不及时、针对性不强、教师负担重等问题。人工智能技术能够通过自然语言处理技术,构建智能答疑系统,学生在学习过程中遇到疑问时,可通过文字、语音等方式向智能答疑系统提问,系统能够快速识别疑问内容,结合知识库中的内容,为学生提供精准、及时的解答;同时,智能答疑系统可记录学生的疑问,分析学生的薄弱点,为学生推送相关的学习资源,帮助学生深化理解。例如,学生提问“如何求解二阶线性齐次微分方程”,智能答疑系统可快速给出求解步骤、例题解析,并推送相关的微课资源,帮助学生掌握求解方法,同时记录该疑问,后续为学生推送相关的练习题,巩固知识。

（四）自动化批改，减轻教师负担

高等数学作业与习题的批改工作量大、耗时费力,尤其是主观题的批改,需要教师花费大量时间进行审阅与反馈,增加了教师的教学负担。人工智能技术能够实现作业与习题的自动化批改,客观题可通过系统自动比对答案,快速完成批改并反馈正确率与错误原因;主观题(如计算题、证明题)可通过图像识别、自然语言处理等技术,识别学生的解题步骤,判断解题思路的正确性与步骤的完整性,给出批改结果与针对性的反馈建议,减轻教师的批改负担,让教师能够将更多的时间与精力投入到知识点讲解、思维引导、个性化指导等核心教学环节。例如,人工智能系统可自动批改学生的积分计算题,识别解题步骤中的错误,标注

错误原因，并给出正确的解题思路，帮助学生及时纠正错误。

二、人工智能赋能个性化教学的具体路径

人工智能赋能高等数学个性化教学，需结合高等数学的教学特点、学生学习需求与人工智能技术的优势，从学习画像构建、个性化学习方案推送、针对性难点突破三个核心方面，探索具体的实施路径，实现人工智能与个性化教学的深度融合。

（一）基于 AI 的学生学习画像构建

学生学习画像是实现个性化教学的基础，需依托人工智能技术，收集学生的多维度学习数据，构建全面、精准的学习画像。一是数据收集，通过在线学习平台、数学软件、智能终端等载体，收集学生的学习数据，包括资源观看数据（观看时长、观看次数、暂停与回放情况）、作业数据（完成时间、正确率、错误类型）、习题数据（答题速度、正确率、易错知识点）、答疑数据（提问次数、疑问类型、解决情况）、学习行为数据（学习时间、学习节奏、学习习惯）等；二是数据处理，利用人工智能技术对收集到的数据进行清洗、分析与挖掘，剔除无效数据，提取核心特征，如学生的学习基础、学习能力、学习习惯、知识薄弱点等；三是画像构建，基于处理后的数据，构建学生个人学习画像，直观呈现学生的学习状态与需求，为个性化教学提供数据支撑，同时根据学生的学习情况，动态更新学习画像，确保画像的精准性与时效性。

（二）个性化学习方案推送

基于学生学习画像，结合高等数学的教学目标与知识点特点，利用人工智能技术为学生推送个性化的学习方案，实现“因材施教”。一是学习目标个性化，根据学生的学习基础与学习需求，为每一位学生制定个性化的学习目标，基础薄弱的学生重点制定基础知识巩固目标，优秀学生制定拓展提升目标；二是学习资源个性化，根据学生的知识薄弱点与学习习惯，推送适配的学习资源，如为导数计算薄弱的学生推送导数计算的微课、专项练习题，为喜欢自主探究的学生推送拓展类案例与虚拟仿真资源；三是学习节奏个性化，根据学生的学习速度与接受能力，动态调整学习进度，允许学生自主安排学习时间，对于学习进度较慢的学生，适当放慢节奏，推送更多的基础资源与指导；对于学习进度较快的学生，加快节奏，推送拓展类资源，确保学生能够在适合自己的节奏下开展学习。

（三）针对性难点突破

利用人工智能技术，针对学生的学习薄弱点与教学难点，开展针对性的指导与训练，帮助学生突破难点，巩固知识。一是薄弱点精准定位，通过人工智能系统的数据分析，精准定位学生的知识薄弱点，如部分学生在“极限的存在性判断”“矩阵可逆的判定”等知识点上存在困难，系统可自动标记这些薄弱点，并分析错误原因；二是个性化指导，针对学生的薄弱点，推送针对性的学习资源与指导方案，如为极限存在性判断薄弱的学生，推送极限定义的微课、常见题型解析与专项训练，同时通过智能答疑系统，及时解答学生的疑问；三是强化训练，利用人工智能系统，为学生推送针对性的练习题，根据学生的答题情况，动态调整习题难度与类型，确保训练的针对性与实效性，帮助学生逐步突破薄弱点，巩固知识。例如，对于矩阵可逆判定薄弱的学生，系统可先推送矩阵可逆的定义、判定定理等基础资源，再推送基础练习题，当学生正确率达到一定标准后，推送复杂题型与综合应用题，逐步提升学生的解题能力，实现难点突破。

三、人工智能在个性化教学应用中的挑战与应对策略

虽然人工智能技术在高等数学个性化教学中具有显著的优势，能够有效破解传统教学的痛点，但在实际应用过程中，受技术水平、教学理念、师资能力、数据安全等因素的影响，仍面临诸多挑战。明确应用中的挑战，并制定针对性的应对策略，能够推动人工智能与高等数学个性化教学的深度融合，充分发挥人工智能的赋能作用。

（一）主要挑战

一是技术应用门槛较高，师资能力不足。人工智能技术的应用需要教师具备一定的信息技术素养与操作能力，能够熟练运用人工智能系统、分析学习数据、设计个性化教学方案。但目前部分高等数学教师的信息技术素养不足，对人工智能技术的了解与掌握不够，难以熟练运用人工智能系统开展个性化教学，同时缺乏数据分析能力，无法充分利用学生学习数据构建精准的学习画像、制定针对性的教学策略，限制了人工智能技术的应用效果。

二是学习数据安全与隐私保护问题突出。人工智能技术的应用需要收集大量学生的学习数据，包括学习行为、作业情况、疑问记录等，这些数据包含学生的个人学习信息与隐私。部分人工智能系统的数据存储与管理不够规范，存在数据

泄露、滥用等风险，可能侵犯学生的隐私，影响学生的学习积极性与信任度，同时也不符合数据安全相关法律法规的要求。

三是技术与教学融合不够深入，存在“技术至上”倾向。部分教师在应用人工智能技术时，过度依赖技术，忽视了教学的本质与学生的主体地位，将人工智能技术简单等同于“线上推送+自动批改”，未能将技术与知识点讲解、思维引导、互动探究等核心教学环节有机结合，导致技术与教学脱节，难以实现个性化教学的目标，甚至影响教学质量。

四是个性化推送的精准度有待提升。目前人工智能系统的个性化推送主要基于学生的学习数据与知识点难度，缺乏对学生学习兴趣、学习风格、认知特点等个性化因素的考虑，导致推送的学习资源与学习方案有时难以完全适配学生的需求，精准度不足，影响个性化教学的效果。

（二）应对策略

一是加强师资培训，提升教师人工智能应用能力。针对师资能力不足的问题，学校应开展针对性的专题培训，围绕人工智能技术的核心功能、操作方法、数据分析技巧、个性化教学方案设计等内容，对高等数学教师进行系统培训，帮助教师掌握人工智能技术的应用方法，提升信息技术素养与数据分析能力；同时，搭建教师交流平台，鼓励教师分享人工智能教学案例与经验，相互学习、共同提升，推动教师从“传统教学者”向“智能教学引导者”转型。例如，定期组织人工智能教学专题培训班，邀请专家讲解人工智能系统的操作方法与数据分析技巧，安排优秀教师分享个性化教学案例，帮助教师提升应用能力。

二是规范数据管理，强化隐私保护。建立健全数据安全管理制度，规范人工智能系统的数据收集、存储、使用与销毁流程，明确数据管理责任，确保学生学习数据的安全；采用加密技术对学生数据进行保护，防止数据泄露、滥用；严格遵循数据安全相关法律法规，明确数据使用权限，禁止未经授权使用学生数据，同时向学生明确数据收集的目的与用途，保障学生的知情权与隐私权，提升学生的信任度。例如，人工智能系统应采用加密存储技术，对学生的个人信息与学习数据进行加密处理，仅允许教师与学生本人查看相关数据，定期对数据进行备份与安全检测，及时排查安全隐患。

三是坚持教学为本，推动技术与教学深度融合。明确人工智能技术是辅助教学的工具，而非教学的核心，坚持“教学为本、技术赋能”的理念，将人工智能

技术与高等数学的教学内容、教学环节、教学目标有机结合，避免“技术至上”倾向。教师应结合教学重难点与学生学情，合理运用人工智能技术，将技术融入知识点讲解、思维引导、互动探究、个性化指导等核心教学环节，让技术服务于教学，实现“技术赋能教学，教学驱动技术应用”，确保个性化教学的目标实现。例如，在讲解“数学建模”时，利用人工智能系统辅助学生进行数据处理与模型求解，但同时注重引导学生思考建模思路、分析模型意义，避免过度依赖技术而忽视思维训练。

四是优化算法模型，提升个性化推送精准度。不断优化人工智能系统的算法模型，结合学生的学习画像，增加对学生学习兴趣、学习风格、认知特点等个性化因素的考量，提升个性化推送的精准度；同时，建立动态调整机制，根据学生的学习反馈与学习情况，实时调整推送的学习资源与学习方案，确保推送内容与学生的需求高度适配。例如，通过机器学习算法，分析学生的学习行为与反馈，判断学生的学习风格（如视觉型、听觉型），为视觉型学生多推送动画、视频类资源，为听觉型学生多推送音频类资源，提升推送的精准度与实效性。

人工智能技术为高等数学个性化教学提供了新的路径与支撑，其通过精准学情分析、个性化学习推送、智能答疑、自动化批改等优势，能够有效打破传统“一刀切”的教学模式，实现“因材施教”。通过构建学生学习画像、推送个性化学习方案、开展针对性难点突破，能够推动人工智能与个性化教学的深度融合；针对应用中的技术门槛、数据安全、融合不深入、推送精准度不足等挑战，采取加强师资培训、规范数据管理、坚持教学为本、优化算法模型等应对策略，能够充分发挥人工智能的赋能作用，提升高等数学个性化教学的质量与实效。在高等数学教学改革中，应合理运用人工智能技术，兼顾技术赋能与教学本质，推动教学模式的创新，助力学生核心数学素养与综合能力的全面提升。

第六章 数学思想方法的教学渗透

第一节 数学抽象与建模思想的培养

数学抽象与建模思想是高等数学最基础、最核心的思想方法，贯穿高等数学的整个知识体系。数学抽象是从具体事物中提炼数学本质、构建数学概念的过程，是数学知识形成的基础；数学建模则是将实际问题转化为数学问题，运用数学方法解决实际问题的过程，是数学应用的核心。在高等数学教学中，培养学生的数学抽象与建模思想，既能帮助学生深刻理解抽象的数学知识，又能提升学生运用数学知识解决实际问题的能力，实现数学知识与实践应用的有机结合。

一、数学抽象思想的核心内涵与核心作用

数学抽象思想是数学学科的基本思想，是指从具体的数学现象、实际问题或数学对象中，舍弃非本质属性，提炼出本质属性，进而构建数学概念、性质、规律的思维过程。它不是简单的“去具体、留抽象”，而是一个主动的、创造性的思维活动，核心是抓住事物的数学本质，实现从具体到抽象、从特殊到一般的升华，最终形成具有普遍性、逻辑性的数学知识。

（一）核心内涵

数学抽象思想的核心内涵体现在三个方面：一是本质提炼，即从纷繁复杂的具体现象中，舍弃无关的、次要的属性，抓住最核心、最本质的数学特征，例如从具体的速度变化、温度变化、利润变化等现象中，提炼出“函数”这一抽象概念，忽略具体的变化场景，聚焦“两个非空数集间的对应关系”这一本质；二是层次递进，数学抽象具有明显的层次性，从具体事物到数学概念，从具体概念到抽象概念，逐步提升抽象程度，例如从具体的“圆、三角形”等平面图形，到“平面曲线”，再到“空间曲面”，抽象程度不断提升；三是形式化表达，抽象后的数学对象需要通过严谨的数学语言、符号进行表达，形成规范化的数学知识，例如用符号表示函数，用表示极限，实现数学知识的简洁化、严谨化。

（二）在高等数学知识形成中的核心作用

高等数学的几乎所有知识都是数学抽象思想的产物，数学抽象思想是数学知识形成的核心动力，贯穿函数、极限、向量、微积分等各个知识点的形成过程，其作用主要体现在三个方面。

结合函数知识来看，函数是高等数学的基础，其概念的形成就是数学抽象思想的典型应用。在现实生活中，存在大量的变量对应关系，如路程与时间的关系、成本与产量的关系、电压与电流的关系等，这些关系的具体场景、具体意义各不相同，但数学抽象思想引导我们舍弃这些具体场景的差异，提炼出“两个非空数集 A 、 B ，对于集合 A 中的每一个元素 x ，在集合 B 中都有唯一确定的元素 y 与之对应”这一本质属性，进而构建出函数的抽象概念。正是通过这种抽象，函数概念才能脱离具体场景的限制，成为贯穿高等数学的核心工具，为后续导数、积分等知识的学习奠定基础。

结合极限知识来看，极限是微积分的核心概念，其形成过程充分体现了数学抽象思想的作用。在研究“无限逼近”这一现象时，无论是圆的面积逼近（分割越细，近似值越接近真实值），还是数列的变化趋势（如随着 n 增大无限趋近于 0），这些具体现象的本质都是“变量在变化过程中无限趋近于某个确定值”。数学抽象思想舍弃了具体的逼近场景（几何图形、数列），提炼出极限的本质定义，并用严谨的数学语言（定义）进行表达，构建出极限的抽象概念。没有这种抽象，就无法建立微积分的理论体系，也无法解决各类涉及“无限”的数学问题。

结合向量知识来看，向量概念的形成同样依赖数学抽象思想。在现实生活中，存在大量既有大小又有方向的量，如位移、速度、力等，这些量的具体物理意义不同，但数学抽象思想引导我们舍弃其物理属性，提炼出“既有大小又有方向的量”这一本质特征，构建出向量的抽象概念。通过抽象，向量摆脱了具体物理场景的束缚，成为解决几何问题、物理问题的重要工具，同时为空间解析几何、线性代数等知识的学习提供了基础。

（三）抽象思想的培养重点

培养学生的数学抽象思想，核心是引导学生掌握抽象的思维方法，提升抽象思维能力，重点在于两个方面：一是引导学生学会观察、分析具体事物，能够区分本质属性与非本质属性，掌握“去粗取精、去伪存真”的抽象方法；二是引导学生理解抽象概念的形成过程，不仅要掌握抽象概念的定义，更要明白概念是如

何从具体现象中提炼而来的,理解抽象与具体的辩证关系,实现从具体到抽象、再从抽象到具体的思维转化。

二、数学建模思想的培养目标与核心思路

数学建模思想是连接数学理论与实际应用的桥梁,其核心是将实际问题转化为数学模型,运用数学方法求解模型,进而解决实际问题。在高等数学教学中,培养学生的数学建模思想,核心是提升学生的实践应用能力,引导学生学会用数学的眼光看待实际问题,用数学的方法解决实际问题,实现数学知识与实践应用的深度融合。

(一) 培养目标

数学建模思想的培养目标分为三个层次,层层递进、协同发力:一是基础目标,引导学生理解数学建模的核心内涵,掌握数学建模的基本步骤,能够识别简单的实际问题,并将其转化为基本的数学模型(如函数模型、方程模型、向量模型);二是能力目标,培养学生的模型构建能力、模型求解能力、模型检验能力,能够针对具体的实际问题,选择合适的数学方法构建模型,求解模型并对结果进行检验与优化;三是素养目标,引导学生形成“用数学解决实际问题”的思维习惯,提升数学应用意识与创新思维,能够将数学建模思想运用到专业学习与实际生活中,实现数学知识的价值转化。

(二) 核心思路

数学建模的核心思路是“实际问题—数学抽象—模型构建—模型求解—检验优化—实际应用”,整个过程围绕“转化”与“求解”展开,具体可分为四个步骤:第一步,审题分析,明确实际问题的核心需求,梳理问题中的已知条件、未知量与约束条件,舍弃无关信息,抓住问题的数学本质;第二步,模型构建,将实际问题转化为数学问题,选择合适的数学工具(如函数、方程、向量、微积分等),构建对应的数学模型,明确模型中各变量的含义与关系;第三步,模型求解,运用高等数学的运算方法、推理方法,对构建的数学模型进行求解,得到数学结论;第四步,检验优化,将数学结论回归到实际问题中,检验结论的合理性与可行性,若不符合实际情况,对模型进行调整与优化,直至得到符合实际的结果。

(三) 核心方法

掌握数学建模的核心方法,是实现建模目标的关键,结合高等数学教学实际,

核心方法主要有三种：一是抽象提炼法，从实际问题中提炼核心变量，明确变量间的关系，将实际问题转化为数学表达式（如函数、方程）；二是类比迁移法，结合已学的数学模型，类比迁移到新的实际问题中，例如将“人口增长问题”类比为“指数函数模型”，将“工程优化问题”类比为“函数极值模型”；三是数形结合法，通过图形、图表等可视化方式，梳理变量间的关系，辅助模型构建与求解，例如用坐标系表示向量关系，用函数图像分析实际问题的变化趋势。

三、数学抽象与建模思想的渗透策略

数学抽象与建模思想的渗透，不能脱离高等数学的教学内容，需结合具体知识点，融入教学全过程，通过针对性的训练与引导，让学生在知识学习中体会思想方法，在实践训练中提升思维能力，具体可采用以下三种策略。

（一）结合教学内容，设计抽象训练

抽象思想的培养需融入具体知识点的教学中，结合函数、极限、向量等核心内容，设计针对性的抽象训练，引导学生逐步提升抽象思维能力。在概念教学中，不要直接给出抽象概念，而是先呈现具体的实例、现象，引导学生观察、分析、对比，提炼本质属性，自主构建抽象概念。例如，在讲解函数概念时，先呈现路程与时间、成本与产量、气温与时间等具体实例，引导学生分析这些实例的共性，舍弃具体场景的差异，提炼出“两个非空数集间的唯一对应关系”这一本质，进而自主总结出函数的定义；在讲解极限概念时，通过圆的面积逼近、数列变化趋势等具体实例，引导学生体会“无限逼近”的本质，自主提炼出极限的抽象定义。同时，在知识点的巩固练习中，设计抽象训练题，引导学生运用抽象思想分析问题，例如给出具体的函数实例，让学生抽象出函数的类型、性质，或给出具体的极限场景，让学生抽象出极限的表达式。

（二）引入实际案例，开展建模教学

建模思想的培养需依托实际案例，将抽象的数学知识与具体的实际问题结合，让学生在案例分析中掌握建模思路与方法。结合高等数学的教学内容，引入与专业相关、贴近生活的实际案例，开展建模教学，引导学生完整经历“审题—建模—求解—检验”的全过程。例如，在讲解函数极值时，引入“企业利润最大化”案例，引导学生梳理产量与利润的关系，构建利润函数模型，运用导数求解函数极值，得到利润最大化的产量；在讲解定积分时，引入“不规则图形面积计算”“变

力做功”等案例，引导学生构建定积分模型，求解实际问题；在讲解向量时，引入“力的合成与分解”“位移计算”等案例，引导学生运用向量模型解决物理问题。同时，在案例教学中，注重引导学生分析案例的核心矛盾，选择合适的建模方法，体会数学建模与实际问题的关联，提升建模能力。

（三）强化建模实践，提升应用能力

实践训练是提升学生抽象与建模思想的关键，需结合教学进度，设计分层的建模实践任务，让学生在实践中巩固建模方法，提升应用能力。一方面，设计基础型实践任务，结合教材中的知识点，设计简单的建模题目，让学生掌握建模的基本步骤，例如结合函数知识，设计“居民消费与收入关系”的建模任务，结合极限知识，设计“数列收敛性”的建模任务；另一方面，设计综合型实践任务，结合专业需求，设计复杂的实际问题，让学生分组合作，完成建模全过程，例如工科专业设计“工程优化”“机械振动”等建模任务，经管类专业设计“经济预测”“成本控制”等建模任务。同时，建立实践评价机制，对学生的建模成果进行点评，重点关注模型的合理性、求解的准确性、思路的创新性，引导学生优化建模方法，提升建模能力。

思想类型	核心训练载体	渗透场景	核心目标
数学抽象思想	函数、极限、向量等概念	概念教学、基础练习	提炼本质属性，提升抽象思维能力
数学建模思想	实际案例、实践任务	案例教学、实践训练	构建数学模型，提升实践应用能力

综上，数学抽象与建模思想是高等数学的核心思想方法，二者相互关联、相互支撑，抽象思想为建模思想提供基础，建模思想为抽象思想提供实践载体。通过结合教学内容设计抽象训练，能够帮助学生掌握抽象思维方法，深刻理解数学知识的本质；通过引入实际案例开展建模教学、强化建模实践训练，能够提升学生的建模能力与实践应用能力。在教学中，需将抽象与建模思想融入教学全过程，引导学生在知识学习中体会思想方法，在实践训练中提升思维素养，实现数学知识与思想方法的协同提升，为后续数学学习与专业实践奠定坚实基础。

第二节 逻辑推理与证明能力的训练

逻辑推理与证明能力是高等数学学习的核心能力,是数学严谨性的集中体现,更是培养学生理性思维、创新思维的重要途径。高等数学的定理、命题、公式,都需要通过严谨的逻辑推理与证明来确立,学生只有具备较强的逻辑推理与证明能力,才能深刻理解数学知识的内在逻辑,掌握数学方法,提升数学思维的严谨性与灵活性。在教学中,需明确逻辑推理与证明能力的核心地位,区分不同推理类型的特点,通过针对性地训练策略与案例设计,强化学生的逻辑推理与证明能力,培养学生严谨的数学思维。

一、逻辑推理与证明能力的核心地位与推理类型

逻辑推理与证明能力是高等数学的核心能力,贯穿高等数学的整个学习过程,无论是定理推导、公式证明,还是习题求解、问题探究,都离不开逻辑推理与证明。它不仅是学生掌握数学知识、提升数学能力的基础,更是培养学生理性思维、科学素养的关键,能够帮助学生形成严谨、有序、有条理的思维模式,为后续专业学习与科学研究奠定基础。

(一) 核心地位

在高等数学中,逻辑推理与证明能力的核心地位主要体现在三个方面:一是数学知识确立的基础,高等数学的所有定理、命题、公式,都不是凭空产生的,而是通过严谨的逻辑推理与证明得出的,没有逻辑推理与证明,就没有数学理论体系的严谨性与科学性;二是数学思维提升的关键,逻辑推理与证明的过程,是学生主动思考、分析、论证的过程,能够锻炼学生的思维能力,提升思维的严谨性、逻辑性与灵活性;三是数学应用的保障,在解决高等数学的综合问题、实际问题时,需要通过逻辑推理梳理问题思路,通过证明验证结论的正确性,确保问题解决的合理性与准确性。例如,在微积分中,导数的基本公式、定积分的性质,都是通过严谨的逻辑推理与证明得出的,学生只有理解并掌握这些推理与证明过程,才能真正理解公式、性质的内涵,灵活运用其解决问题。

(二) 推理类型及作用

高等数学中的逻辑推理主要分为合情推理与演绎推理两种类型,二者相互补充、相互促进,在数学学习与研究中发挥着不同的作用,共同推动数学知识的形

成与发展。

合情推理是指从具体的实例、现象出发,通过观察、分析、归纳、类比等方法,提出猜想、发现规律的推理过程,其核心是“从具体到抽象、从特殊到一般”,具有探索性、创造性的特点。合情推理在数学知识的发现过程中发挥着重要作用,能够帮助学生发现数学规律、提出数学猜想,激发学生的学习兴趣与创新思维。例如,在推导数列的通项公式时,通过观察数列的前几项,归纳总结数列的变化规律,提出通项公式的猜想;在研究函数的性质时,通过类比已学函数的性质,猜想新函数的性质,为后续的演绎证明提供方向。合情推理的价值在于“发现”,能够引导学生主动探索数学知识,培养创新意识。

演绎推理是指从已知的公理、定理、定义出发,通过严谨的逻辑推导,得出新的结论的推理过程,其核心是“从一般到特殊、从抽象到具体”,具有严谨性、必然性的特点。演绎推理在数学知识的确立过程中发挥着核心作用,能够验证合情推理提出的猜想,证明数学定理、命题的正确性,构建严谨的数学理论体系。例如,在证明函数的单调性时,从函数单调性的定义出发,通过严谨的逻辑推导,判断函数在某一区间内的单调性;在证明线性代数中的命题时,从已知的矩阵性质、定理出发,推导得出新的结论。演绎推理的价值在于“证明”,能够培养学生思维的严谨性,确保数学结论的正确性。

(三) 二者的辩证关系

合情推理与演绎推理并非相互独立,而是辩证统一、相互补充的。合情推理为演绎推理提供方向与猜想,没有合情推理,演绎推理就会失去探索的目标,陷入盲目性;演绎推理为合情推理提供验证与支撑,没有演绎推理,合情推理提出的猜想就无法得到证实,无法成为严谨的数学知识。在高等数学学习中,学生既要通过合情推理发现规律、提出猜想,也要通过演绎推理验证猜想、证明结论,实现“探索—猜想—证明”的思维闭环,提升逻辑推理能力。

二、逻辑推理与证明能力的训练策略

逻辑推理与证明能力的培养并非一蹴而就,而是一个循序渐进的过程,需结合高等数学的教学内容,融入教学全过程,通过针对性的训练策略,引导学生掌握推理方法,规范证明过程,提升推理的严谨性与准确性。

（一）结合定理推导，开展推理训练

高等数学中的定理推导是开展逻辑推理训练的最佳载体，每一个定理的推导过程，都蕴含着严谨的逻辑推理方法。在教学中，不要直接给出定理的结论，而是引导学生参与定理的推导过程，让学生在推导中体会推理方法，提升推理能力。例如，在推导导数的四则运算法则时，引导学生从导数的定义出发，结合极限的运算法则，逐步推导得出导数的四则运算法则，让学生体会演绎推理的严谨性；在推导定积分的性质时，引导学生通过观察、归纳，提出性质的猜想，再通过演绎推理验证猜想的正确性，让学生体会合情推理与演绎推理的结合。同时，在推导过程中，注重引导学生梳理推理思路，明确每一步推理的依据（公理、定理、定义），培养学生“有理有据、严谨推理”的思维习惯。

（二）结合例题解析，规范证明过程

例题解析是规范学生证明过程、提升证明能力的重要途径。在教学中，选择具有代表性的例题，引导学生分析例题的证明思路，明确证明的步骤与方法，规范证明的语言与格式，让学生掌握“如何审题、如何梳理思路、如何规范表达”。例如，在讲解微积分定理证明的例题时，引导学生分析例题的已知条件与求证结论，梳理证明的核心思路，明确每一步证明的依据，规范证明的书写格式，避免出现“逻辑断层、依据不足、表达不规范”等问题；在讲解线性代数命题推导的例题时，引导学生结合矩阵的性质、定理，梳理推导思路，规范推导过程，提升推理的严谨性。同时，通过错题分析，针对学生证明过程中出现的逻辑错误、格式错误，进行针对性点评，引导学生改正错误，规范证明过程。

（三）设计分层训练，强化推理能力

结合学生的学情，设计分层的推理与证明训练题，兼顾基础与提升，让不同层次的学生都能得到针对性的训练，逐步提升推理与证明能力。基础层训练题聚焦基础的推理与证明，主要围绕教材中的定理、公式，设计简单的证明题，让学生掌握基本的推理方法与证明格式，例如证明函数的奇偶性、证明数列的收敛性等；提高层训练题聚焦综合推理与证明，结合多个知识点，设计综合性的证明题，让学生运用多种推理方法，梳理复杂的逻辑关系，例如证明微积分中的不等式、证明线性代数中的矩阵性质等；拓展层训练题聚焦创新推理与证明，设计开放性、探究性的证明题，引导学生运用合情推理提出猜想，运用演绎推理验证猜想，培养学生的创新思维与推理能力。同时，鼓励学生自主思考、独立完成证明，培养

学生的自主推理能力,对于难度较大的题目,可组织小组讨论,相互交流推理思路,共同提升。

三、针对性训练案例设计

结合高等数学的具体内容,设计针对性的逻辑推理与证明训练案例,将推理方法与具体知识点结合,让学生在案例训练中巩固推理方法,提升证明能力,案例设计注重贴合教学实际,兼顾基础性与综合性,确保训练的实效性。

(一) 微积分定理证明案例

案例 1: 证明函数连续性与极限存在的关系——若函数 $f(x)$ 在点处连续, 则。

训练思路: 引导学生从函数连续性的定义出发, 结合极限的定义, 开展演绎推理。首先, 明确函数连续性的定义: 若函数 $f(x)$ 在点处连续, 则对于任意给定的 $\epsilon > 0$, 存在 $\delta > 0$, 当 $|x - x_0| < \delta$ 时, 有 $|f(x) - f(x_0)| < \epsilon$; 再结合极限的定义, 分析的含义, 即对于任意给定的 $\epsilon > 0$, 存在 $\delta > 0$, 当 $|x - x_0| < \delta$ 时, 有 $|f(x) - f(x_0)| < \epsilon$; 最后, 引导学生对比两个定义, 发现函数连续性比极限存在多了“有定义”且“极限值等于函数值”这两个条件, 进而通过演绎推理得出结论, 规范证明过程。

案例 2: 证明拉格朗日中值定理——若函数 $f(x)$ 在闭区间 $[a, b]$ 上连续, 在开区间 (a, b) 内可导, 则存在 $\xi \in (a, b)$, 使得 $f'(\xi) = \frac{f(b) - f(a)}{b - a}$ 。

训练思路: 引导学生运用合情推理提出猜想, 再通过演绎推理验证猜想。首先, 引导学生观察函数 $f(x)$ 在区间 $[a, b]$ 上的图像, 类比罗尔定理的结论, 猜想存在一点 ξ , 使得该点的切线与线段 AB ($A(a, f(a))$ 、 $B(b, f(b))$) 平行; 然后, 引导学生构造辅助函数, 验证辅助函数满足罗尔定理的条件 (闭区间连续、开区间可导、端点函数值相等); 最后, 运用罗尔定理推导得出拉格朗日中值定理的结论, 让学生体会合情推理与演绎推理的结合, 提升推理与证明能力。

(二) 线性代数命题推导案例

案例 1: 证明若矩阵 A 可逆, 则其逆矩阵唯一。

训练思路: 引导学生运用反证法开展演绎推理。首先, 假设矩阵 A 存在两个不同的逆矩阵 B 和 C , 根据逆矩阵的定义, 有, $(BE = E, EC = E)$ (E 为单位矩阵); 然后, 引导学生通过矩阵的运算性质, 推导得出, 与假设“两个逆矩阵不同”矛盾; 最后, 得出“矩阵 A 的逆矩阵唯一”的结论, 让学生掌握反

证法的推理方法，提升证明的严谨性。

案例 2：证明若 n 阶矩阵 A 满足，则 A 的特征值只能是 0 或 1。

训练思路：引导学生结合矩阵特征值与特征向量的定义，开展演绎推理。首先，明确矩阵特征值与特征向量的定义：若是矩阵 A 的特征值，是对应的特征向量，则 (λ, α) ；然后，在等式两边同时乘以特征向量，得到 $A\alpha = \lambda\alpha$ ；再结合 $A^2 = A$ ，推导出 $\lambda^2\alpha = \lambda\alpha$ ，即 $\lambda^2 = \lambda$ ；最后，由于 $\alpha \neq 0$ ，得出 $\lambda^2 = \lambda$ ，解得 $\lambda = 0$ 或 $\lambda = 1$ ，完成证明，让学生掌握结合定义开展推理证明的方法。

综上，逻辑推理与证明能力是高等数学学习的核心能力，合情推理与演绎推理在数学学习与研究中发挥着不可或缺的作用，二者辩证统一、相互补充。通过结合定理推导开展推理训练，能够让学生体会推理方法的严谨性；通过结合例题解析规范证明过程，能够帮助学生掌握证明的步骤与格式；通过设计针对性的训练案例，能够强化学生的推理与证明能力。在教学中，需注重循序渐进，结合学生的认知规律，逐步提升学生的推理严谨性与准确性，培养学生的理性思维与科学素养，让学生在掌握数学知识的同时，提升逻辑推理与证明能力，为后续数学学习与专业研究提供有力支撑。

第三节 直观想象与几何思维的启发

直观想象素养是数学核心素养的重要组成部分，也是高等数学学习的关键能力，尤其在空间解析几何、多元函数等抽象内容的学习中，发挥着不可替代的作用。直观想象素养涵盖空间想象、图形理解、数形结合等核心内容，能够帮助学生将抽象的数学概念、数学关系转化为直观的图形、图像，突破抽象知识的学习难点，提升数学思维的灵活性与创造性。在高等数学教学中，需注重直观想象与几何思维的启发，通过多样化的教学方法，引导学生建立几何思维，提升直观想象能力，实现抽象知识与直观图形的有机结合。

一、直观想象素养的核心内涵与重要作用

直观想象素养是指借助几何图形、图像，感知、理解、分析数学问题的思维能力，其核心是“以形助数、以数解形”，将抽象的数学语言与直观的图形语言相结合，实现抽象思维与直观思维的协同发展。直观想象素养不仅是一种视觉感

知能力,更是一种创造性的思维能力,贯穿高等数学的多个知识点,对学生的数学学习具有重要意义。

(一) 核心内涵

直观想象素养的核心内涵主要包括三个方面,相互关联、有机统一:一是空间想象能力,即能够根据文字描述、数学表达式,想象出对应的空间图形、几何关系,能够对空间图形进行平移、旋转、缩放等变换,理解空间图形的结构与性质,例如根据空间曲面的方程,想象出曲面的形状、位置关系;二是图形理解能力,即能够解读几何图形、图像的含义,提取图形中的关键信息,理解图形与数学概念、数学表达式之间的关联,例如通过函数图像,理解函数的单调性、奇偶性、极值等性质;三是数形结合能力,即能够将抽象的数学概念、数学关系转化为直观的图形、图像,也能够通过图形、图像分析抽象的数学问题,实现“数”与“形”的相互转化,例如将函数的最值问题转化为函数图像的最高点、最低点问题,将向量的运算转化为几何图形的关系问题。

(二) 在高等数学学习中的重要作用

高等数学中存在大量抽象的概念、定理与运算,尤其是空间解析几何、多元函数、向量等内容,抽象程度高、逻辑性强,学生仅通过文字描述与符号运算,难以深刻理解其内涵,而直观想象素养能够有效突破这一难点,其重要作用主要体现在三个方面。

在空间解析几何学习中,直观想象素养是核心能力。空间解析几何主要研究空间图形的结构、性质与位置关系,涉及空间曲面、空间曲线、空间向量等抽象内容,学生需要通过直观想象,将空间图形的方程与具体的几何形状结合起来,理解图形的位置关系与性质。例如,在学习球面、柱面、锥面等空间曲面时,需要通过直观想象,根据曲面的方程,想象出曲面的形状、对称轴、截痕等特征;在学习空间直线与平面的位置关系时,需要通过直观想象,理解直线的方向向量、平面的法向量与二者位置关系的关联,突破空间几何的学习难点。

在多元函数学习中,直观想象素养能够帮助学生理解抽象概念。多元函数的定义域、值域、单调性、极值等概念,比一元函数更加抽象,仅通过符号描述难以理解,而通过直观想象,将多元函数转化为空间图形(如二元函数的曲面图像),能够帮助学生直观理解概念的内涵。例如,二元函数的图像是空间中的一张曲面,通过直观想象这张曲面的形状,能够理解二元函数的定义域(xOy 平面上的区域)、

值域（ z 的取值范围）、极值（曲面的最高点、最低点）等概念，让抽象的概念变得具体可感。

在微积分学习中，直观想象素养能够帮助学生理解运算的本质。微积分的许多运算，如导数、积分，都具有明确的几何意义，通过直观想象，能够帮助学生理解运算的本质，提升运算能力。例如，导数的几何意义是函数图像在某一点的切线斜率，通过直观想象函数图像的切线变化，能够理解导数的符号、大小与函数单调性、极值的关系；定积分的几何意义是不规则图形的面积，通过直观想象“分割、近似、求和、取极限”的过程，能够理解定积分的本质，掌握定积分的运算方法。

（三）几何思维的核心特征

直观想象素养的核心是建立几何思维，几何思维是一种以图形为载体，通过观察、分析、联想、转化，解决数学问题的思维模式，其核心特征主要有三个：一是直观性，能够将抽象的数学问题转化为直观的图形，通过图形分析问题；二是关联性，能够发现图形与数学概念、数学表达式之间的关联，实现“数”与“形”的转化；三是创造性，能够通过图形的变换、联想，提出解决问题的思路与方法，培养创新思维。

二、直观想象与几何思维的启发策略

直观想象与几何思维的培养，需要结合高等数学的教学内容，采用多样化的教学方法，将抽象知识与直观图形结合起来，引导学生主动观察、联想、转化，逐步建立几何思维，提升直观想象能力。

（一）利用图形可视化，强化直观感知

图形可视化是启发直观想象与几何思维的基础方法，通过绘制图形、利用多媒体技术展示图形，让抽象的数学知识变得直观可感，帮助学生建立图形与数学概念、数学表达式之间的关联。在教学中，结合具体知识点，绘制简洁、清晰的图形，引导学生观察图形的特征、结构与位置关系，强化直观感知。例如，在讲解空间曲面时，利用多媒体技术展示球面、柱面、锥面的三维图形，引导学生观察图形的形状、对称轴、截痕等特征，结合曲面的方程，理解图形与方程的关联；在讲解多元函数的极值时，绘制二元函数的曲面图像，引导学生观察曲面的最高点、最低点，理解极值的几何意义；在讲解向量的运算时，绘制向量的几何图形，

引导学生观察向量的加减、数量积、向量积的几何意义,理解运算的本质。同时,鼓励学生自主绘制图形,通过动手操作,强化直观感知,建立几何思维。

(二) 利用模型演示,提升空间想象能力

对于空间解析几何等抽象内容,模型演示能够有效提升学生的空间想象能力,帮助学生理解空间图形的结构与位置关系。在教学中,结合教学内容,制作空间图形模型(如球面模型、柱面模型、空间直线与平面模型),通过模型演示,引导学生观察空间图形的三维结构,理解图形的位置关系与性质。例如,在讲解空间直线与平面的垂直关系时,通过模型演示直线与平面垂直的特征,引导学生观察直线的方向向量与平面的法向量的关系,理解垂直的判定条件;在讲解空间曲面的相交问题时,通过模型演示两个曲面的相交情况,引导学生理解交线的形状与方程。同时,利用虚拟仿真技术,构建沉浸式的空间图形场景,让学生通过拖拽、旋转等操作,多角度观察空间图形,提升空间想象能力。

(三) 运用数形结合方法,实现数与形的转化

数形结合是启发直观想象与几何思维的核心方法,其核心是“以形助数、以数解形”,将抽象的数学语言与直观的图形语言相结合,实现数与形的相互转化,帮助学生解决数学问题。在教学中,引导学生运用数形结合方法,分析数学问题,梳理解题思路,提升思维能力。例如,在解决函数的最值问题时,引导学生绘制函数图像,通过观察图像的最高点、最低点,找到函数的最值;在解决不等式问题时,引导学生绘制不等式对应的图形(如平面区域),通过图形分析不等式的解集;在解决向量问题时,引导学生将向量转化为几何图形,通过图形分析向量的关系,简化运算过程。同时,通过针对性的练习,引导学生熟练运用数形结合方法,实现数与形的灵活转化,提升直观想象与几何思维能力。

三、教学案例设计与实践

结合高等数学的具体教学内容,设计直观想象与几何思维启发的教学案例,将启发策略融入案例教学中,让学生在案例学习中建立几何思维,提升直观想象能力,突破抽象知识的学习难点,案例设计注重实用性与针对性,贴合教学实际。

(一) 空间解析几何教学案例

案例:理解空间曲面(球面)的结构与性质。

教学实践:首先,利用多媒体技术展示球面的三维模型,引导学生观察球面

的形状、球心、半径等特征，让学生直观感知球面的结构；然后，引导学生分析球面方程的特点，结合空间直角坐标系，理解方程中的几何意义（空间中任意一点到原点的距离的平方），进而理解球面方程表示“到原点距离为 R 的所有点的集合”；接着，通过模型演示，引导学生观察球面与三个坐标平面的截痕（圆），分析截痕的方程与半径，理解球面的位置关系；最后，引导学生自主绘制球面图形，结合方程，分析球面的平移、缩放对方程的影响（如表示球心在 (a,b,c) 、半径为 R 的球面），通过动手操作与观察分析，提升学生的空间想象能力与几何思维。

（二）多元函数教学案例

案例：理解二元函数（旋转抛物面）的定义域、值域与极值。

教学实践：首先，引导学生分析二元函数的定义域，由于对任意实数 x 、 y 都有意义，因此定义域为 xOy 平面上的所有点，引导学生绘制定义域的图形（整个 xOy 平面）；然后，利用多媒体技术展示旋转抛物面的三维图像，引导学生观察图像的形状（开口向上的抛物面，顶点在原点），结合图像，理解函数的值域为 $[0, +\infty)$ ；接着，引导学生观察图像的顶点，分析极值情况，通过图形直观发现，当 $x=0$ 、 $y=0$ 时， z 取得最小值 0 ，没有最大值，再结合多元函数极值的定义，验证这一结论；最后，引导学生通过改变函数的系数（如 $z=2x^2+3y^2$ ），观察图像的变化，分析系数对函数图像的影响，进一步提升直观想象能力与几何思维。

（三）微积分教学案例

案例：利用数形结合理解定积分 $\int_a^b f(x)dx$ 的几何意义。

教学实践：首先，引导学生回顾定积分的定义，明确定积分是“分割、近似、求和、取极限”的过程；然后，绘制函数 $f(x) \geq 0$ 在区间 $[a,b]$ 上的图像，引导学生观察图像与 x 轴、直线 $x=a$ 、 $x=b$ 围成的不规则图形，结合定积分的定义，理解“分割”就是将不规则图形分割成若干个小矩形，“近似”就是用小矩形的面积近似代替小窄条的面积，“求和”就是将所有小矩形的面积相加，“取极限”就是当分割的份数无限增多时，求和的结果无限趋近于不规则图形的面积；接着，通过图形演示，引导学生理解定积分 $\int_a^b f(x)dx$ 的几何意义就是“函数 $f(x)$ 在区间 $[a,b]$ 上的图像与 x 轴、直线 $x=a$ 、 $x=b$ 围成的曲边梯形的面积”；最后，引导学生分析 $f(x) < 0$ 时定积分的几何意义（面积的负值），通过数形结合，让学生深刻理解定积分的本

质，提升直观想象能力。

教学内容	启发策略	案例核心目标	能力提升重点
空间解析几何（球面）	图形可视化、模型演示	理解球面的结构与方程关联	空间想象能力
多元函数（旋转抛物面）	图形可视化、数形结合	理解多元函数的定义域、值域与极值	图形理解、数形结合能力
微积分（定积分）	数形结合、图形演示	理解定积分的几何意义	直观想象、数形结合能力

综上，直观想象与几何思维是高等数学学习的重要能力，能够帮助学生突破抽象知识的学习难点，深刻理解数学概念与运算的本质，提升数学思维的灵活性与创造性。通过利用图形可视化强化直观感知，利用模型演示提升空间想象能力，运用数形结合方法实现数与形的转化，能够有效启发学生的直观想象与几何思维。结合具体的教学案例，将启发策略融入教学全过程，引导学生主动观察、联想、转化，能够帮助学生建立几何思维，提升直观想象能力，实现抽象知识与直观图形的有机结合，为高等数学的后续学习奠定坚实基础。

第四节 数学思想方法的教学设计策略

数学思想方法的教学渗透，并非简单的理论讲解，而是要结合高等数学的教学内容、学生的认知规律，进行科学的教学设计，将思想方法融入知识教学的全过程，实现知识学习与思想提升的协同发展。高等数学中蕴含着丰富的数学思想方法，梳理核心思想方法，明确教学重点，制定科学的教学设计策略，注重循序渐进、分层渗透，能够让学生在掌握数学知识的同时，体会数学思想方法的内涵，提升数学思维能力与综合素养。

一、高等数学中的核心数学思想方法及教学重点

高等数学的知识体系中，蕴含着多种数学思想方法，其中函数思想、极限思想、数形结合思想、转化与化归思想是最核心、最常用的四种思想方法，贯穿高等数学的整个教学内容，明确这些思想方法的内涵与教学重点，是开展教学设计的基础。

（一）核心数学思想方法的内涵

函数思想是高等数学的核心思想，其核心是将变量之间的关系抽象为函数，通过研究函数的性质、变化规律，解决数学问题与实际问题。函数思想贯穿高等数学的各个知识点，从函数的概念、性质，到导数、积分、微分方程，都离不开函数思想，其本质是“用变化的观点看待问题，用函数的形式描述关系”。

极限思想是微积分的核心思想，其核心是“无限逼近”，通过研究变量在变化过程中的极限趋势，解决“无限”相关的数学问题。极限思想是导数、积分、级数等知识点的基础，其本质是“从有限到无限，从近似到精确”，通过极限运算，将复杂的问题转化为可解决的简单问题。

数形结合思想是一种重要的数学思维方法，其核心是“以形助数、以数解形”，将抽象的数学语言与直观的图形语言相结合，实现数与形的相互转化，帮助学生理解抽象概念、解决数学问题。数形结合思想贯穿高等数学的多个知识点，如函数、极限、向量、空间解析几何等，能够有效突破抽象知识的学习难点。

转化与化归思想是一种重要的解题思想，其核心是将复杂的、未知的数学问题，转化为简单的、已知的数学问题，通过解决已知问题，进而解决未知问题。转化与化归思想在高等数学的习题求解、定理推导中应用广泛，其本质是“等价转化、化繁为简”，例如将多元函数的问题转化为一元函数的问题，将积分问题转化为极限问题。

（二）核心思想方法的教学重点

函数思想的教学重点，是引导学生理解函数的本质，掌握函数的概念、性质与运算，能够运用函数思想分析变量之间的关系，解决实际问题与数学问题，重点培养学生“用函数描述关系、用函数解决问题”的思维习惯。

极限思想的教学重点，是引导学生理解极限的本质，掌握极限的定义、性质与运算方法，体会“无限逼近”的思想，能够运用极限思想推导出导数、积分的概念与公式，解决与“无限”相关的数学问题，重点培养学生的抽象思维与逻辑推理能力。

数形结合思想的教学重点，是引导学生掌握“以形助数、以数解形”的方法，能够将抽象的数学概念、数学表达式转化为直观的图形，也能够通过图形分析抽象的数学问题，重点培养学生的直观想象能力与图形理解能力。

转化与化归思想的教学重点，是引导学生掌握转化与化归的基本方法，能够

识别复杂问题的本质,将其转化为已知的、简单的问题,重点培养学生的思维灵活性与解题能力,让学生学会“化繁为简、化未知为已知”。

（三）思想方法之间的关联

高等数学中的核心数学思想方法并非相互独立,而是相互关联、相互支撑的。函数思想是基础,为其他思想方法提供研究对象与载体;极限思想是核心工具,为函数、导数、积分等知识的建立提供支撑;数形结合思想是桥梁,连接抽象知识与直观图形,辅助其他思想方法的应用;转化与化归思想是解题工具,能够将复杂问题转化为运用其他思想方法可解决的问题。在教学中,需注重引导学生理解不同思想方法之间的关联,实现思想方法的综合运用。

二、数学思想方法的教学设计策略

数学思想方法的教学设计,需遵循“融入知识、循序渐进、注重实践、引导提炼”的原则,结合高等数学的教学内容与学生的认知规律,将思想方法融入知识教学的全过程,通过多样化的教学活动,引导学生体会、理解、运用数学思想方法,提升数学思维能力。

（一）将思想方法融入知识教学,实现潜移默化渗透

数学思想方法是蕴含在数学知识中的,不能脱离知识教学单独讲解,需将思想方法融入概念教学、定理推导、例题解析、习题训练等各个教学环节,让学生在知识学习中潜移默化地体会思想方法的内涵。在概念教学中,引导学生分析概念的形成过程,体会其中蕴含的思想方法,例如在讲解函数概念时,融入函数思想,引导学生体会“变量对应”的本质;在定理推导中,引导学生梳理推导思路,体会其中蕴含的逻辑推理、转化与化归等思想方法,例如在推导导数的定义时,融入极限思想,引导学生体会“无限逼近”的过程;在例题解析中,引导学生运用思想方法分析问题、解决问题,例如在讲解多元函数极值问题时,融入数形结合思想与转化与化归思想,引导学生将多元函数极值转化为一元函数极值,通过求一元函数的极值,进而得到多元函数的极值,让学生在解题过程中体会两种思想方法的协同应用;在习题训练中,设计蕴含多种思想方法的练习题,引导学生主动运用思想方法解决问题,例如设计结合函数思想与数形结合思想的综合题,让学生通过构建函数模型、绘制函数图像,梳理变量关系,求解问题,在实践中深化对思想方法的理解与运用。

（二）遵循认知规律，实现循序渐进渗透

学生对数学思想方法的理解与掌握，是一个循序渐进、由浅入深的过程，需遵循学生的认知规律，结合高等数学的教学进度，分层次、分阶段渗透思想方法，避免急于求成。在教学初期，重点渗透基础的思想方法，结合简单的知识点，让学生初步体会思想方法的内涵，例如在函数、极限的入门教学中，重点渗透函数思想、极限思想的基本含义，引导学生初步学会用函数的观点看待变量关系，用极限的观点理解“无限逼近”的现象；在教学中期，结合导数、积分、向量等核心知识点，逐步深化思想方法的渗透，引导学生掌握思想方法的具体应用，例如在导数教学中，结合导数的几何意义、物理意义，深化极限思想、数形结合思想的应用，让学生学会运用导数解决函数单调性、极值等问题；在教学后期，结合综合知识点与实际应用问题，引导学生综合运用多种思想方法，提升思维能力，例如在多元函数积分教学中，引导学生运用转化与化归思想，将多元积分转化为累次积分，结合数形结合思想，理解积分的几何意义，实现多种思想方法的综合运用。同时，注重知识的衔接与思想方法的连贯性，让学生在知识的逐步积累中，逐步深化对思想方法的理解与运用。

（三）注重实践体验，强化思想方法运用

实践是深化对数学思想方法理解、提升运用能力的关键，需结合教学实际，设计多样化的实践活动，让学生在实践体验中强化思想方法的运用，实现思想方法与实践应用的深度融合。一方面，设计针对性的实践任务，结合专业需求与生活实际，让学生运用数学思想方法解决实际问题，例如工科专业设计工程优化、机械振动等实践任务，引导学生运用函数思想、极限思想、转化与化归思想构建数学模型，求解实际问题；经管类专业设计经济预测、成本控制等实践任务，引导学生运用函数思想、数形结合思想分析变量关系，解决实际问题。另一方面，组织小组合作探究活动，让学生围绕具体的数学问题，分工合作，运用数学思想方法分析问题、解决问题，在交流探讨中，相互启发、相互补充，深化对思想方法的理解与运用，同时培养学生的合作能力与创新思维。此外，注重实践成果的点评与反馈，针对学生实践过程中运用思想方法的情况，进行针对性点评，肯定优点，指出不足，引导学生优化思想方法的运用方式，提升运用能力。

（四）引导自主提炼，实现思想方法内化

数学思想方法的内化，离不开学生的自主思考与提炼，需引导学生在知识学

习、实践训练的基础上,自主总结、提炼数学思想方法的内涵与应用规律,实现思想方法的内化。在教学中,每完成一个知识点或一个教学单元的教学,引导学生回顾教学内容,总结其中蕴含的数学思想方法,梳理思想方法的应用场景与应用步骤,例如在完成极限单元教学后,引导学生总结极限思想的核心内涵、应用场景,梳理极限运算中蕴含的转化与化归思想,让学生自主提炼思想方法的应用规律;在完成实践任务后,引导学生反思实践过程中运用的思想方法,分析思想方法在解决问题中的作用,总结运用思想方法的经验与技巧,深化对思想方法的理解。同时,鼓励学生建立思想方法笔记,记录思想方法的内涵、应用案例、易错点等,定期回顾、总结,逐步实现思想方法的内化,将思想方法转化为自身的思维能力与解题能力。

三、教学设计注意事项

在数学思想方法的教学设计过程中,必须注重以下三个关键方面的问题,以保证思想方法在教学中的有效渗透与融合,从而实现学生知识学习与思维能力提升的协同发展。

首先,要注重思想方法与具体教学内容的适配性与契合度,防止思想方法与知识教学相互脱节。数学思想方法往往蕴含于数学知识体系之中,因此教学设计应当紧密结合当前的教学主题与知识要点,选择与之相匹配的思想方法进行有机渗透,确保思想方法的引入与知识讲授过程紧密衔接、自然融合。例如,在空间解析几何部分的教学,应重点渗透数形结合思想与直观想象思想,将思想方法的引导与空间图形的认知、方程与图形之间的内在联系等内容深度融合,使学生在具体知识的学习过程中,自然而然地领会思想方法的实质与价值,避免脱离实际内容、机械孤立地讲解思想方法。

其次,要注重因材施教,全面兼顾不同层次学生的实际学习需求。学生之间在数学知识基础、理解能力以及对思想方法的领悟水平上往往存在差异,因此教学设计应充分考虑基础层、提高层与拓展层等不同层次学生的特点,设计具有梯度性与层次性的教学内容及实践任务。例如,针对基础层学生,重点引导他们掌握基本思想方法及其初步应用;针对提高层学生,则侧重于深化他们对思想方法的理解与灵活运用;针对拓展层学生,可进一步引导他们进行思想方法的综合运用与创新性探索,从而确保每位学生都能在自身原有基础上获得思想素养的有效

提升。

最后，要注重教学方法的多样化运用，以增强教学过程的趣味性与思想方法渗透的实际效果。单一的教学模式往往难以充分激发学生的学习热情，也不利于思想方法的深层融入，因而教师应结合具体教学内容与学生认知发展规律，灵活采用丰富多样的教学方法，如案例分析法、情境创设教学、探究式学习、小组协作学习等。通过营造生动有趣的教学情境、设计富有挑战性的探究任务，有效调动学生的参与积极性，引导他们主动思考、自主探索，在深入参与课堂活动的过程中逐步体会数学思想方法的内涵与魅力，并不断提升其在实际问题中运用这些思想方法的能力。

数学思想方法的教学设计，需立足高等数学的教学内容与学生的认知规律，将思想方法融入知识教学的全过程，遵循循序渐进的原则，注重实践体验与自主提炼，兼顾不同层次学生的需求，采用多样化的教学方法，实现思想方法的有效渗透。通过科学的教学设计，让学生在掌握数学知识、提升运算能力的同时，深刻体会数学思想方法的内涵，提升数学思维能力与综合素养，实现知识学习与思想提升的协同发展，为后续数学学习、专业实践与科学研究奠定坚实的基础。

第七章 应用能力培养的路径探索

第一节 数学建模竞赛与创新能力培养

在新工科人才培养背景下，创新能力、应用能力与团队协作能力成为高素质人才的核心素养，而数学建模竞赛作为衔接数学理论与实际应用的重要载体，为学生综合素养的提升提供了多元化平台。数学建模竞赛以实际问题为导向，引导学生运用数学知识、信息技术与专业技能解决真实场景中的复杂问题，不仅能够强化学生的数学应用能力，更能激发学生的创新思维，培养团队协作意识，与新工科人才培养的核心需求高度契合。通过系统探索数学建模竞赛的核心价值、能力培养路径，以及与课堂教学的协同关系，能够充分发挥竞赛的育人功能，实现“以赛促学、以赛促教、以赛促改”，推动高等数学教学与人才培养质量同步提升。

一、数学建模竞赛的核心价值与人才培养作用

数学建模竞赛是一种以实际问题为依托、以数学建模为核心、以团队协作为形式的综合性竞赛活动，其核心价值在于打破数学理论与实际应用的壁垒，让学生在解决真实问题的过程中实现知识的转化与能力的提升，对培养学生的创新能力、应用能力、团队协作能力具有不可替代的作用，精准贴合新工科人才培养的核心需求。

（一）核心价值：衔接理论与实践，彰显数学应用价值

数学建模竞赛的核心价值在于搭建数学理论知识与实际应用场景之间的桥梁，让学生深刻认识到数学的工具性与实用性，打破“重理论、轻应用”的教学误区。传统高等数学教学侧重理论推导与公式记忆，学生往往难以理解数学知识的实际意义，导致出现“学用脱节”的问题。而数学建模竞赛以真实的实际问题为竞赛题目，涵盖工程技术、经济管理、社会生活、环境科学等多个领域，如工程优化、数据分析、资源分配、预测决策等，要求学生将实际问题转化为数学模型，运用高等数学、线性代数、概率论与数理统计等知识，结合信息技术手段求

解模型、验证结果，最终形成切实可行的解决方案。这种以问题为导向的竞赛模式，让学生在实践中体会数学知识的应用价值，实现从“被动接受知识”向“主动运用知识”的转变，同时培养学生的问题意识与解决实际问题的能力，这也是新工科人才培养中“强化实践应用、突出能力导向”的核心要求。

（二）对创新能力的培养作用

创新能力是新工科人才的核心素养，而数学建模竞赛正是培养学生创新能力的重要载体。数学建模竞赛的题目没有固定的解题思路与标准答案，需要学生结合实际问题的特点，灵活运用所学知识，探索新的建模方法、优化解题思路，这就为学生的创新思维提供了广阔的空间。在竞赛过程中，学生需要从实际问题中提炼核心矛盾，抽象出数学模型，这要求学生具备较强的抽象思维与创新意识；面对复杂的实际问题，学生需要突破传统解题模式的束缚，结合信息技术、专业知识，探索多元化的求解方法，这能够激发学生的创新思维与探索精神；同时，竞赛要求学生对模型进行优化改进，不断完善解决方案，培养学生的批判性思维与创新实践能力。例如，在解决工程优化类问题时，学生需要结合微积分、线性代数等知识，构建优化模型，通过调整参数、改进算法，实现方案的最优化，这个过程正是学生创新能力不断提升的过程，与新工科人才培养中“提升创新能力、培养创新人才”的目标高度契合。

（三）对应用能力与团队协作能力的培养作用

数学建模竞赛对学生的应用能力与团队协作能力的培养具有重要作用，这也是新工科人才培养中“强化综合素养、培养协作能力”的核心需求。在应用能力培养方面，竞赛题目源于实际场景，要求学生将数学理论知识与实际应用深度结合，熟练运用数学软件（如 MATLAB、Python、SPSS 等）进行数据处理、模型求解与结果分析，提升学生运用数学知识解决实际问题的能力。同时，竞赛过程中需要学生结合专业知识，跨领域整合资源，提升学生的跨学科应用能力，这与新工科“跨学科融合、注重实践应用”的人才培养理念相一致。在团队协作能力培养方面，数学建模竞赛通常以 3 人小组为单位开展，要求小组成员分工协作、相互配合，共同完成问题分析、模型构建、求解验证、报告撰写等任务。在这个过程中，学生需要明确自身分工、发挥自身优势，主动沟通交流、相互补充完善，培养学生的沟通能力、协作意识与责任担当，这也是新工科人才适应未来工作岗位、实现团队协作创新的重要基础。

二、以数学建模竞赛为载体的能力培养路径

以数学建模竞赛为载体培养学生的应用能力、创新能力与团队协作能力，需要构建系统化、常态化的培养路径，结合赛前培训、团队组建、竞赛实践等环节，层层递进、逐步提升，确保培养效果，贴合新工科人才培养的需求，让学生在实践中积累经验、提升能力。

（一）开展系统化赛前培训，夯实能力基础

赛前培训是提升学生竞赛能力、夯实应用基础的关键环节，需要结合竞赛需求与学生的知识储备，开展系统化、针对性的培训，确保学生掌握数学建模的核心方法与技能。培训内容应涵盖三个核心模块：一是数学建模基础理论培训，重点讲解数学建模的基本思路、常用方法（如微分方程建模、线性规划建模、概率统计建模等），结合简单案例，让学生掌握建模的基本流程与技巧；二是数学软件应用培训，重点培训 MATLAB、Python 等常用数学软件的操作方法，包括数据处理、模型求解、图形绘制等，提升学生运用信息技术解决问题的能力；三是竞赛技巧与案例分析培训，结合历年竞赛真题与优秀作品，分析竞赛题目特点、解题思路与得分要点，引导学生总结建模经验，提升解题能力。培训方式应注重多样化，采用线上线下混合式教学、案例教学、小组讨论等形式，避免单一的理论讲授，引导学生主动参与、积极思考，同时根据学生的专业特点与知识水平，开展分层培训，确保培训的针对性与实效性，为学生参与竞赛奠定坚实基础。

（二）组建专业化建模团队，强化协作能力

团队组建是数学建模竞赛的重要前提，也是培养学生团队协作能力的关键环节，需要结合学生的专业背景、知识储备、个人特长，组建专业化、互补性强的建模团队。在团队组建过程中，应遵循“优势互补、分工明确”的原则，每个小组应包含不同专业背景的学生，如工科、经管、数学等专业，确保团队具备数学建模、数据处理、专业应用、报告撰写等多方面的能力；同时，根据学生的个人特长，明确分工，如指定专人负责问题分析与模型构建、专人负责数据处理与模型求解、专人负责报告撰写与优化，确保团队成员各司其职、相互配合。此外，加强团队建设，通过开展小组讨论、模拟竞赛等活动，培养团队成员的沟通能力、协作意识与责任担当，引导团队成员相互学习、相互支持，形成合力，提升团队的整体竞赛能力。同时，建立团队指导机制，安排专业教师对团队进行针对性指

导，帮助团队解决建模过程中遇到的问题，提升团队的建模水平。

（三）引导学生参与真实竞赛项目，积累实践经验

参与真实竞赛项目是提升学生应用能力与创新能力的核心环节，只有通过真实的竞赛实践，才能让学生将培训所学知识转化为实际能力，积累宝贵的实践经验。学校应积极组织学生参与各类数学建模竞赛，如全国大学生数学建模竞赛、省级数学建模竞赛、行业类数学建模竞赛等，为学生提供广阔的实践平台。在竞赛过程中，引导学生严格按照竞赛要求，完成问题分析、模型构建、求解验证、报告撰写等全部环节，培养学生的问题解决能力与创新能力；同时，鼓励学生主动探索、大胆尝试，突破传统解题思路的束缚，探索新的建模方法与优化方案，提升学生的创新实践能力。竞赛结束后，组织学生开展总结交流活动，引导学生总结竞赛中的经验与不足，分析建模过程中遇到的问题及解决方法，积累建模经验，提升后续竞赛能力。此外，鼓励学生将竞赛中的优秀成果转化为科研项目、实践报告，进一步深化对数学知识的应用，实现能力的持续提升。

三、数学建模竞赛与课堂教学的协同关系

数学建模竞赛与高等数学课堂教学并非相互独立，而是相互促进、协同发力的关系。将数学建模竞赛内容融入课堂教学，实现“以赛促学、以赛促教、以赛促改”，能够推动课堂教学改革，提升教学质量，同时强化学生的应用能力与创新能力，实现竞赛育人与课堂教学的有机融合。

（一）以赛促学：激发学习兴趣，提升学习主动性

数学建模竞赛以实际问题为导向，能够有效激发学生的学习兴趣，改变传统课堂教学中“被动学习”的局面，提升学生的学习主动性与积极性。传统高等数学课堂教学侧重理论推导与公式记忆，内容抽象、枯燥，学生难以激发学习兴趣，而数学建模竞赛题目源于实际生活与专业场景，贴近学生的认知需求，能够让学生感受到数学的实用性与趣味性，从而主动参与到数学学习中。同时，竞赛要求学生掌握扎实的数学理论知识与应用技能，能够倒逼学生主动学习高等数学、线性代数、概率论与数理统计等相关知识，拓宽知识视野，提升知识应用能力。例如，在学习微积分中的优化问题时，结合数学建模竞赛中的工程优化案例，引导学生运用微积分知识解决实际优化问题，让学生在实践中深化对知识点的理解与应用，激发学习兴趣，提升学习效果。

（二）以赛促教：推动教学改革，提升教学质量

数学建模竞赛能够推动高等数学课堂教学改革，倒逼教师转变教学理念、优化教学内容与教学模式，提升教学质量。在教学理念方面，教师需要从“知识传授”向“能力培养”转变，注重培养学生的应用能力与创新能力，打破“重理论、轻应用”的教学误区；在教学内容方面，教师需要结合数学建模竞赛内容，将实际问题与数学理论知识有机融合，增加应用性、实践性的教学内容，如在课堂教学中引入建模案例，讲解建模方法与技巧，让教学内容更加贴近实际应用；在教学模式方面，教师需要打破传统的“课堂讲授+课后练习”模式，采用案例教学、小组讨论、探究式教学等形式，引导学生主动参与学习过程，培养学生的问题解决能力与创新思维。同时，教师通过指导学生参与数学建模竞赛，能够及时了解学生的学习需求与能力短板，优化教学方案，提升教学的针对性与实效性，推动课堂教学质量的不断提升。

（三）以赛促改：优化教学体系，适配人才培养需求

数学建模竞赛能够推动高等数学教学体系的优化与完善，使其更加适配新工科人才培养的需求。通过分析数学建模竞赛中反映的问题，如学生应用能力不足、跨学科知识储备欠缺、信息技术应用能力薄弱等，能够为教学改革提供明确的方向。学校可以结合竞赛需求，优化课程体系，增设数学建模、数学软件应用、跨学科应用等相关课程，完善教学内容；同时，加强实践教学环节建设，搭建数学建模实践平台，为学生提供更多的实践机会，提升学生的应用能力与创新能力。此外，通过竞赛能够发现教学中的不足，推动教学方法、评价体系等方面的改革，如建立多元化的评价体系，将实践应用能力、创新能力等纳入评价范围，打破“唯分数论”，实现“知识传授、能力培养、价值引领”的有机统一，推动高等数学教学体系不断优化，适配新工科人才培养的核心需求。

数学建模竞赛作为衔接数学理论与实际应用的重要载体，在培养学生创新能力、应用能力、团队协作能力方面具有重要作用，精准贴合新工科人才培养需求。通过开展系统化赛前培训、组建专业化建模团队、引导学生参与真实竞赛项目，能够构建完善的能力培养路径，提升学生的综合素养；同时，推动数学建模竞赛与课堂教学协同发力，实现“以赛促学、以赛促教、以赛促改”，能够推动高等数学教学改革，优化教学体系，提升教学质量，为新工科人才培养提供有力支撑，助力学生实现从“掌握知识”向“运用知识”的转变，培养具备创新能力与实践

应用能力的高素质复合型人才。

第二节 案例教学在数学应用中的价值

案例教学是高等数学应用能力培养的重要教学方法,其核心优势在于以真实、典型的实际案例为载体,搭建数学理论知识与实际应用场景之间的桥梁,打破“学用脱节”的教学困境。高等数学的抽象性的特点导致学生难以理解知识的实际意义,而案例教学通过将抽象的数学知识融入具体的实际案例中,让学生在分析案例、解决问题的过程中,深化对数学知识的理解与应用,提升应用能力。结合不同专业的实际需求,筛选适配的案例,设计科学的实施策略,能够充分发挥案例教学的育人价值,让高等数学教学更加贴合学生的专业发展与实际需求,实现“理论联系实际、提升应用能力”的教学目标,为学生后续的专业学习与职业发展奠定坚实基础。

一、案例教学在高等数学应用能力培养中的核心价值

案例教学以实际案例为核心,将数学理论知识与实际应用场景有机融合,其核心价值在于破解高等数学抽象难懂、学用脱节的难题,激发学生的学习兴趣,强化学生的应用能力,培养学生的问题解决能力与创新思维,适配不同专业学生的应用能力培养需求。

(一) 搭建理论与实践的桥梁,破解学用脱节难题

传统高等数学教学侧重理论推导与公式记忆,内容抽象、枯燥,学生往往只能机械记忆知识点,难以理解知识的实际应用价值,导致出现“学了不会用”的学用脱节问题。案例教学通过引入真实、典型的实际案例,将抽象的数学概念、定理、公式融入具体的应用场景中,让学生清晰地看到数学知识在实际生活、专业领域中的应用,理解数学知识的实际意义。例如,在讲解微积分中的导数概念时,引入工程中的速度计算、经济管理中的边际成本分析等案例,让学生明白导数不仅是一个抽象的数学概念,更是解决实际问题的重要工具;在讲解概率论与数理统计时,引入数据分析、风险预测等案例,让学生掌握运用概率统计知识解决实际问题的方法。这种教学模式能够有效搭建数学理论与实际应用的桥梁,让学生在实践中理解知识、运用知识,破解学用脱节的难题。

（二）激发学习兴趣，提升学习主动性与积极性

案例教学以真实的实际案例为载体，案例源于学生的生活实际、专业领域，贴近学生的认知需求，能够有效激发学生的学习兴趣，改变传统课堂教学中“被动学习”的局面。与抽象的理论推导相比，实际案例更加生动、具体，能够吸引学生的注意力，引导学生主动参与案例分析、问题解决的过程中，激发学生的学习主动性与积极性。例如，针对工科学生，引入工程优化、机械设计中的数学案例；针对经管类学生，引入数据分析、决策优化中的数学案例；针对文科学生，引入社会调查、人口统计中的数学案例，让不同专业的学生都能感受到数学与自身专业、生活的紧密联系，从而主动参与学习，提升学习效果。同时，案例教学注重学生的主体地位，引导学生主动思考、大胆质疑，培养学生的问题意识与探索精神。

（三）强化应用能力，培养问题解决能力与创新思维

案例教学的核心目标是培养学生的应用能力与问题解决能力，通过引导学生分析案例、解决问题，能够强化学生运用数学知识解决实际问题的能力，培养学生的创新思维。在案例教学过程中，学生需要对案例进行深入分析，识别问题的核心矛盾，抽象出数学模型，运用所学的数学知识与方法求解模型、验证结果，最终形成切实可行的解决方案。这个过程能够有效锻炼学生的问题识别能力、模型构建能力、方法选择能力与结果分析能力，提升学生的应用能力。同时，案例教学没有固定的解题思路与标准答案，学生可以结合案例特点，灵活运用所学知识，探索多元化的解题方法，这能够激发学生的创新思维，培养学生的批判性思维与创新实践能力。例如，在解决同一个实际案例时，学生可以构建不同的数学模型，运用不同的求解方法，通过对比分析，优化解决方案，这个过程正是学生创新能力不断提升的过程。

二、案例教学的实施策略

案例教学的实施效果取决于案例的筛选、教学环节的设计与实施，要实现案例教学的育人价值，提升学生的应用能力，需要结合高等数学教学目标与不同专业学生的需求，制定科学、可行的实施策略，确保案例教学有序、有效开展。

（一）筛选适配不同专业的优质案例

案例的质量是案例教学成功的关键，需要结合高等数学教学目标、不同专业

的人才培养需求，筛选真实、典型、适配的优质案例。案例筛选应遵循三个核心原则：一是真实性原则，案例应源于实际生活、专业领域的真实问题，具有较强的实用性与针对性，避免虚构、脱离实际的案例，让学生感受到数学知识的实际应用价值；二是适配性原则，案例应与高等数学的教学内容、教学目标相适配，能够有效承载教学知识点，同时结合不同专业的特点，筛选贴合专业需求的案例，如工科专业侧重工程计算、优化设计类案例，经管类专业侧重数据分析、决策优化类案例，理科专业侧重理论应用、科研创新类案例，确保案例能够满足不同专业学生的应用能力培养需求；三是层次性原则，案例应具有不同的难度层次，从基础案例到复杂案例逐步递进，贴合学生的知识储备与能力水平，让学生在解决案例的过程中逐步提升应用能力，避免案例难度过高或过低影响教学效果。此外，案例的数量应合理，结合教学进度，每一个重要的知识点搭配1—2个典型案例，确保案例教学与课堂教学有机融合。

（二）设计科学的案例探究环节

案例探究环节是案例教学的核心，需要设计科学、合理的探究环节，引导学生主动参与、积极思考，培养学生的问题解决能力与创新思维。案例探究环节应遵循“提出案例—分析案例—构建模型—求解验证—总结反思”的流程，逐步推进。首先，提出案例，教师结合教学内容，引入典型案例，简要介绍案例的背景、核心问题与相关条件，引导学生明确案例的研究目标；其次，分析案例，组织学生开展小组讨论，引导学生深入分析案例，识别案例中的核心问题、关键变量与约束条件，梳理问题的解决思路；再次，构建模型，引导学生将案例中的实际问题抽象为数学模型，结合所学的数学知识，选择合适的数学方法，构建对应的数学模型；然后，求解验证，引导学生运用数学软件或手工计算，求解数学模型，验证模型的合理性与可行性，对模型进行优化改进；最后，总结反思，组织学生分享案例解决的思路与方法，总结案例教学中的知识点与应用技巧，反思解决案例过程中遇到的问题及解决方法，深化对数学知识的理解与应用。在探究环节中，教师应发挥引导者、组织者的作用，避免直接给出答案，引导学生主动思考、大胆尝试，培养学生的自主探究能力。

（三）引导学生运用数学方法解决案例中的实际问题

案例教学的核心目标是培养学生运用数学方法解决实际问题的能力，因此，在案例教学过程中，需要重点引导学生运用高等数学知识与方法，解决案例中的

实际问题。一方面,引导学生结合案例特点,选择合适的数学方法,如在解决优化类案例时,引导学生运用微积分中的导数、极值等知识;在解决数据分析类案例时,引导学生运用概率论与数理统计中的统计分析、回归分析等知识;在解决线性关系类案例时,引导学生运用线性代数中的矩阵、线性方程组等知识,确保学生能够熟练运用所学知识解决实际问题。另一方面,引导学生运用信息技术手段,如 MATLAB、Python 等数学软件,进行数据处理、模型求解与结果分析,提升学生的信息技术应用能力与问题解决效率。同时,引导学生注重案例解决的实用性与可行性,结合实际场景,对模型结果进行合理分析与解释,确保解决方案能够切实解决实际问题,提升学生的应用能力与实践能力。

三、不同专业案例教学的实施流程与应用成效

案例教学的实施需要结合不同专业的特点,有针对性地设计案例与实施流程,才能充分发挥案例教学的育人价值,提升不同专业学生的数学应用能力。结合工科、经管类等不同专业的案例,阐述案例教学的实施流程与应用成效,为不同专业的案例教学提供实践参考。

(一) 工科专业案例教学的实施流程与应用成效

工科专业的高等数学教学注重数学知识在工程实践中的应用,案例教学应侧重工程计算、优化设计、工程控制等方面的案例,实施流程贴合工科专业的人才培养需求。以工程优化类案例(如机械零件的尺寸优化问题)为例,实施流程如下:首先,提出案例,介绍机械零件的设计要求、约束条件(如材料强度、尺寸限制、成本控制等),明确案例的核心问题是在满足约束条件的前提下,优化零件尺寸,降低生产成本、提升零件性能;其次,分析案例,组织学生小组讨论,梳理案例中的关键变量(如零件的长度、宽度、厚度等)、约束条件与优化目标,明确问题的解决思路;再次,构建模型,引导学生运用微积分中的极值理论与线性规划知识,构建零件尺寸优化的数学模型,明确目标函数与约束条件;然后,求解验证,引导学生运用 MATLAB 软件求解模型,得到最优尺寸参数,验证模型的合理性与可行性,结合工程实际,对模型结果进行优化调整;最后,总结反思,引导学生总结工程优化类案例的解题思路与方法,深化对微积分、线性规划等知识的理解与应用,反思模型构建与求解过程中遇到的问题及解决方法。应用成效方面,通过工科案例教学,能够让学生熟练运用高等数学知识解决工程实践

中的实际问题，提升学生的工程应用能力与创新能力，为学生后续的专业学习（如机械设计、土木工程、电气工程等）奠定坚实基础，同时培养学生的工程思维与实践能力，适配工科人才培养的需求。

（二）经管类专业案例教学的实施流程与应用成效

经管类专业的高等数学教学注重数学知识在经济管理、数据分析中的应用，案例教学应侧重数据分析、决策优化、风险预测等方面的案例，实施流程贴合经管类专业的人才培养需求。以数据分析类案例（如企业销售额预测问题）为例，实施流程如下：首先，提出案例，介绍企业的历史销售额数据、影响销售额的相关因素（如市场需求、价格、广告投入等），明确案例的核心问题是根据历史数据，预测企业未来的销售额，为企业决策提供支撑；其次，分析案例，组织学生小组讨论，梳理影响销售额的关键因素，整理历史数据，明确数据处理与预测的思路；再次，构建模型，引导学生运用概率论与数理统计中的回归分析知识，构建销售额预测的回归模型，确定自变量与因变量，拟合回归方程；然后，求解验证，引导学生运用 SPSS、Python 等软件处理数据，求解回归方程，验证模型的拟合度与预测精度，对模型进行优化改进；最后，总结反思，引导学生总结数据分析类案例的解题思路与方法，深化对概率统计、回归分析等知识的理解与应用，反思数据处理与模型构建过程中遇到的问题及解决方法。应用成效方面，通过经管类案例教学，能够让学生熟练运用高等数学知识解决经济管理中的实际问题，提升学生的数据分析能力、决策能力与风险预测能力，为学生后续的专业学习（如工商管理、市场营销、财务管理等）奠定坚实基础，同时培养学生的数据分析思维与实践能力，适配经管类人才培养的需求。

专业类型	典型案例类型	核心应用成效
工科专业	工程计算、优化设计、工程控制类案例	提升工程应用能力与创新能力，培养工程思维，为专业学习奠定基础
经管类专业	数据分析、决策优化、风险预测类案例	提升数据分析、决策与风险预测能力，培养数据分析思维，适配职业需求
理科专业	理论应用、科研创新、数值计算类案例	强化理论应用能力与科研创新能力，培养科研思维，助力学术研究

案例教学在高等数学应用能力培养中具有重要的核心价值，能够搭建理论与实践的桥梁，激发学生的学习兴趣，强化学生的应用能力与问题解决能力。通过筛选适配不同专业的优质案例、设计科学的案例探究环节、引导学生运用数学方

法解决实际问题，能够充分发挥案例教学的育人价值。结合不同专业的案例教学实践，能够针对性地提升不同专业学生的数学应用能力，让高等数学教学更加贴合学生的专业发展与人才培养需求，实现“理论联系实际、提升应用能力”的教学目标，为学生后续的专业学习与职业发展提供有力支撑。

第三节 跨学科融合的项目式学习设计

在高等教育跨学科融合发展的背景下，高等数学作为一门基础性学科，与工科、理科、经管类等多个学科存在广泛的交叉点，跨学科融合的项目式学习成为培养学生数学应用能力、跨学科协作能力的重要路径。跨学科融合的项目式学习以综合性项目为载体，结合高等数学与其他学科的知识，引导学生以团队为单位，完成项目的设计、实施与总结，在项目实践中实现知识的融合应用与能力的全面提升。通过明确跨学科融合项目式学习的核心内涵，制定科学的设计原则与实施步骤，结合典型案例阐述其应用价值，能够构建完善的跨学科项目式学习体系，推动高等数学教学与其他学科深度融合，提升学生的综合素养与应用能力，适配新时代复合型人才的需求。

一、跨学科融合项目式学习的核心内涵

跨学科融合的项目式学习是一种以学生为中心、以综合性项目为载体、以跨学科知识融合为核心的教学模式，其核心内涵在于打破学科壁垒，结合高等数学与工科、理科、经管类等学科的交叉点，设计具有综合性、实践性的项目，引导学生运用多学科知识解决复杂的实际问题，实现知识的融合应用与能力的全面提升。

（一）核心定义与本质特征

跨学科融合的项目式学习，是指以高等数学知识为基础，融合工科、理科、经管类等其他学科的知识与技能，以真实的实际问题为导向，设计综合性项目，引导学生以团队为单位，按照项目设计、实施、总结的流程，完成项目任务，在项目实践中深化对数学知识的理解与应用，提升跨学科应用能力、团队协作能力与创新能力的一种教学模式。其本质特征体现在三个方面：一是跨学科性，项目融合了高等数学与其他学科的知识与技能，打破了学科壁垒，实现了多学科知识

的融合应用；二是实践性，项目源于实际场景，具有较强的实践性与针对性，要求学生在实践中解决真实问题，提升实践能力；三是主体性，项目式学习以学生为中心，引导学生主动参与项目的设计、实施与总结，培养学生的自主探究能力与创新思维。与传统的项目式学习相比，跨学科融合的项目式学习更注重多学科知识的融合，更能培养学生的跨学科协作能力与复合型素养，适配新时代复合型人才的需求。

（二）高等数学与其他学科的交叉点分析

高等数学作为一门基础性学科，与工科、理科、经管类等多个学科存在广泛的交叉点，为跨学科融合项目式学习的设计提供了坚实的基础。在工科领域，高等数学与机械工程、土木工程、电气工程等学科的交叉点主要体现在工程计算、优化设计、工程控制等方面，如运用微积分知识解决工程中的受力分析、速度计算问题，运用线性代数知识解决电路分析、矩阵运算问题；在理科领域，高等数学与物理学、化学、生物学等学科的交叉点主要体现在理论推导、数值计算、数据分析等方面，如运用微积分知识推导物理公式、分析化学反应速率，运用概率统计知识分析生物实验数据；在经管类领域，高等数学与工商管理、市场营销、财务管理等学科的交叉点主要体现在数据分析、决策优化、风险预测等方面，如运用概率统计知识进行市场调研分析、运用线性规划知识进行资源分配与决策优化。这些交叉点为跨学科融合项目的设计提供了丰富的素材，能够确保项目的综合性与实践性，实现多学科知识的融合应用。

（三）跨学科融合项目式学习的核心目标

跨学科融合项目式学习的核心目标是培养学生的综合素养与应用能力，具体包括四个方面：一是提升数学应用能力，引导学生运用高等数学知识解决跨学科领域的实际问题，深化对数学知识的理解与应用；二是培养跨学科应用能力，引导学生融合多学科知识与技能，解决复杂的实际问题，提升跨学科协作与知识融合能力；三是强化团队协作能力，引导学生以团队为单位完成项目任务，培养学生的沟通能力、协作意识与责任担当；四是激发创新思维与实践能力，引导学生在项目实践中主动探索、大胆尝试，探索多元化的项目解决方案，提升创新实践能力。这些目标与新时代复合型人才的需求高度契合，能够推动学生实现全面发展，为学生后续的专业学习与职业发展奠定坚实基础。

二、跨学科项目式学习的设计原则与实施步骤

跨学科融合项目式学习的设计与实施需要遵循科学的原则，明确项目目标、任务分工、实施流程与评价方式，确保项目的可操作性与实效性，充分发挥项目式学习的育人价值，提升学生的综合素养与应用能力。

（一）设计原则

跨学科项目式学习的设计应遵循四个核心原则，确保项目的科学性、可行性与实效性。一是跨学科融合原则，项目应充分融合高等数学与其他学科的知识与技能，打破学科壁垒，实现多学科知识的有机融合，确保项目的综合性；二是实用性原则，项目应源于实际场景，结合学生的专业特点与生活实际，具有较强的实用性与针对性，让学生感受到项目的实际价值，激发学习兴趣；三是可行性原则，项目的难度应贴合学生的知识储备与能力水平，明确项目的实施条件与资源需求，确保学生能够在规定时间内完成项目任务，避免项目难度过高或过低影响教学效果；四是创新性原则，项目应具有一定的创新性，引导学生在项目实践中主动探索、大胆尝试，培养学生的创新思维与创新实践能力，避免项目过于简单、缺乏挑战性。同时，项目设计应兼顾不同专业学生的需求，结合学生的专业特点，设计适配的跨学科项目，确保项目能够满足不同专业学生的能力培养需求。

（二）实施步骤

跨学科项目式学习的实施应遵循“项目设计—团队组建—任务分工—项目实施—总结评价”的核心流程，步骤清晰、环环相扣，确保项目有序、有效开展。

结合高等数学教学目标、不同专业的学科特点与交叉点，设计综合性的跨学科项目。明确项目的背景、核心问题、实施目标、资源需求与时间安排，筛选真实、典型的实际问题作为项目主题，如“基于数学方法的工程优化设计项目”“数据分析与决策优化项目”“基于概率统计的生物实验数据分析项目”等。同时，明确项目所涉及的数学知识与其他学科知识，确保项目能够实现多学科知识的融合应用，贴合学生的能力培养需求。

根据项目需求与学生的专业背景、知识储备、个人特长，组建跨学科团队。每个团队应包含不同专业的学生，如数学专业、工科专业、经管专业等，确保团队具备数学建模、专业应用、数据处理、项目管理等多方面的能力。团队规模以3-5人为宜，明确团队负责人，负责项目的统筹规划与协调沟通，确保团队高效运转。

团队组建完成后，结合项目目标与团队成员的特长，明确每个成员的任务分工。如指定专人负责项目需求分析、数学模型构建，专人负责专业知识应用、数据处理，专人负责项目实施、结果验证，专人负责项目报告撰写与总结，确保每个成员各司其职、相互配合，形成合力，高效完成项目任务。同时，制定详细的任务进度表，明确每个任务的完成时间与质量要求，确保项目按时推进。

这是跨学科项目式学习的核心环节，团队成员按照任务分工，开展项目实施工作。首先，深入分析项目需求，明确项目的核心问题与解决思路；其次，融合高等数学与其他学科知识，构建数学模型，选择合适的方法与技术，开展项目实施；再次，在实施过程中，及时沟通交流，解决遇到的问题，优化项目方案；最后，对项目实施结果进行验证与优化，确保项目达到预期目标。在项目实施过程中，教师应发挥引导者、指导者的作用，及时为学生提供指导与帮助，解决学生在项目实施中遇到的难题，引导学生规范开展项目工作。

项目实施完成后，组织学生开展项目总结与评价工作。一方面，团队成员对项目实施过程进行总结，梳理项目成果、经验与不足，撰写项目报告，分享项目实施的思路与方法；另一方面，建立多元化的评价体系，结合教师评价、团队自评、小组互评等方式，对项目成果、团队协作、个人表现等进行全面评价。评价重点关注学生的数学应用能力、跨学科应用能力、团队协作能力与创新能力，而非单纯的项目结果，确保评价的科学性与公正性。同时，引导学生根据评价结果，反思自身的不足，明确后续的改进方向，实现能力的持续提升。

三、典型跨学科项目案例及应用成效

结合高等数学与其他学科的交叉点，选取典型的跨学科项目案例，阐述项目式学习的实施过程与应用成效，为跨学科融合项目式学习的开展提供实践参考，充分体现其在学生应用能力培养中的重要作用。

（一）案例一：基于数学方法的工程优化设计项目

本项目融合高等数学与机械工程学科知识，面向工科学生设计，核心目标是培养学生的数学应用能力、工程应用能力与跨学科协作能力。项目主题为“机械零件的尺寸优化设计”，项目背景为某机械制造企业需要优化一种机械零件的尺寸，在满足材料强度、尺寸限制、成本控制等约束条件的前提下，降低零件的生产成本，提升零件的使用寿命与性能。项目实施过程如下：首先，团队成员（由

数学专业、机械工程专业学生组成)深入分析项目需求,明确约束条件与优化目标,梳理项目的解决思路;其次,融合高等数学中的微积分、线性规划知识与机械工程中的材料力学、机械设计知识,构建零件尺寸优化的数学模型,明确目标函数(降低生产成本)与约束条件(材料强度、尺寸限制等);再次,运用 MATLAB 软件求解模型,得到最优尺寸参数,结合机械工程知识,对模型结果进行验证与优化,确保参数的合理性与可行性;最后,撰写项目报告,总结项目实施过程、成果与经验,提出零件尺寸优化的最终方案。应用成效方面,通过本项目,学生能够熟练运用微积分、线性规划等数学知识解决机械工程中的优化问题,深化对数学知识与机械工程知识的理解与融合应用,提升工程应用能力与跨学科协作能力;同时,培养学生的工程思维与创新能力,让学生感受到数学知识在工程实践中的重要价值,为后续的专业学习与职业发展奠定坚实基础。

(二) 案例二: 数据分析与决策优化项目

本项目融合高等数学与经管类学科知识,面向经管类学生设计,核心目标是培养学生的数学应用能力、数据分析能力与决策能力。项目主题为“企业销售额预测与营销策略优化”,项目背景为某企业需要根据历史销售额数据与市场环境因素,预测未来的销售额,并制定针对性的营销策略,提升企业的市场竞争力。项目实施过程如下:首先,团队成员(由数学专业、工商管理专业学生组成)收集企业的历史销售额数据、市场需求数据、广告投入数据等,梳理影响销售额的关键因素;其次,融合高等数学中的概率统计、回归分析知识与经管类中的市场营销、财务管理知识,构建销售额预测的回归模型,分析各因素对销售额的影响程度;再次,运用 SPSS、Python 等软件处理数据,求解回归模型,预测企业未来的销售额,结合市场环境,制定针对性的营销策略优化方案;最后,撰写项目报告,总结项目实施过程、预测结果与营销策略建议,为企业决策提供支撑。应用成效方面,通过本项目,学生能够熟练运用概率统计、回归分析等数学知识解决经管类中的数据分析与决策问题,提升数据分析能力、决策能力与跨学科应用能力;同时,培养学生的数据分析思维与实践能力,让学生感受到数学知识在经济管理中的重要应用价值,适配经管类人才培养的需求。

跨学科融合的项目式学习以综合性项目为载体,打破了学科壁垒,实现了高等数学与其他学科知识的融合应用,在培养学生数学应用能力、跨学科协作能力、团队协作能力与创新能力方面具有重要作用。通过遵循科学的设计原则,明确清

晰的实施步骤，结合典型跨学科项目案例开展教学，能够充分发挥项目式学习的育人价值，推动高等数学教学与其他学科深度融合，提升学生的综合素养，培养适应新时代需求的复合型人才，为高等数学应用能力培养提供新的路径与支撑。

第四节 实际问题解决能力的系统训练

实际问题解决能力是高等数学应用能力的核心，也是新时代人才培养的重要目标，其核心是让学生能够运用数学知识与方法，解决真实场景中的复杂实际问题，实现知识的转化与能力的提升。实际问题解决能力的培养并非一蹴而就，需要构建系统化的训练体系，明确训练目标、制定科学的训练策略，注重训练过程中的细节与反馈，结合学生的个体差异，开展针对性的训练，确保训练的针对性与实效性。通过系统训练，帮助学生掌握实际问题解决的核心流程与方法，提升实际问题解决能力，为学生后续的专业学习、职业发展奠定坚实基础，适配新时代复合人才培养的需求。

一、实际问题解决能力的核心构成与训练目标

实际问题解决能力是一种综合性能力，涵盖多个核心要素，明确其核心构成与训练目标，是开展系统训练的前提，能够确保训练工作有的放矢，提升训练的针对性与实效性，贴合学生的能力培养需求。

（一）核心构成

实际问题解决能力的核心构成包括五个方面，相互衔接、协同发力，共同构成了实际问题解决能力的完整体系。一是问题识别能力，指学生能够准确识别实际问题的核心矛盾、关键变量与约束条件，明确问题的本质与解决目标，能够从复杂的实际场景中提炼出需要解决的核心问题，这是实际问题解决的前提；二是模型构建能力，指学生能够将识别出的实际问题抽象为数学模型，结合所学的数学知识与方法，选择合适的建模思路与方法，构建能够准确反映实际问题的数学模型，这是实际问题解决的核心环节；三是方法选择能力，指学生能够根据数学模型的特点，选择合适的数学方法与信息技术手段，如微积分、线性代数、概率统计等数学方法，MATLAB、Python 等数学软件，进行模型求解，这是实际问题解决的关键；四是结果验证能力，指学生能够对模型求解的结果进行验证，分

析结果的合理性与可行性,结合实际场景,判断结果是否能够切实解决实际问题,这是确保实际问题解决效果的重要环节;五是优化改进能力,指学生能够根据结果验证的情况,发现模型与解决方案中的不足,对模型进行优化改进,完善解决方案,提升问题解决的效果,这是实际问题解决能力的延伸与提升。

（二）训练目标

实际问题解决能力的系统训练,应围绕核心构成,制定明确的训练目标,确保训练工作能够有效提升学生的实际问题解决能力,贴合新时代人才培养的需求。训练目标主要包括四个方面:一是基础目标,让学生熟练掌握实际问题解决的核心流程与方法,能够准确识别实际问题、构建数学模型、选择合适的求解方法、验证结果并进行优化改进,具备基本的实际问题解决能力;二是能力目标,提升学生的数学应用能力、问题识别能力、模型构建能力与创新能力,让学生能够运用数学知识与方法,解决不同领域、不同难度的实际问题;三是素养目标,培养学生的逻辑思维、批判性思维、实践思维与责任担当,让学生在解决实际问题的过程中,养成严谨、务实、创新的良好习惯;四是应用目标,让学生能够将实际问题解决能力运用到专业学习与职业实践中,实现知识的转化与应用,适配后续的专业学习与职业发展需求。同时,训练目标应兼顾不同层次学生的需求,制定分层目标,确保每个学生都能在训练中获得提升。

二、实际问题解决能力的系统训练策略

要实现实际问题解决能力的有效提升,需要构建系统化的训练策略,结合训练目标与学生的个体差异,分层设计训练任务、强化实践环节、注重总结反思与反馈,确保训练的针对性、系统性与实效性。

（一）分层设计训练任务,适配不同学生需求

学生的知识储备、能力水平存在差异,因此,实际问题解决能力的训练应遵循“分层设计、循序渐进”的原则,结合学生的能力水平,设计不同难度层次的训练任务,适配不同学生的需求。训练任务可分为三个层次:一是基础层任务,主要针对基础薄弱的学生,选取简单、典型的实际问题,重点训练学生的问题识别能力与基础建模能力,如简单的工程计算、数据分析问题,让学生掌握实际问题解决的基本流程与方法,夯实能力基础;二是提高层任务,主要针对中等水平的学生,选取难度适中、具有一定综合性的实际问题,重点训练学生的模型构建

能力、方法选择能力与结果验证能力，如复杂的优化设计、多因素数据分析问题，让学生提升综合应用能力；三是拓展层任务，主要针对基础扎实、能力较强的学生，选取难度较大、具有创新性、跨学科的实际问题，重点训练学生的优化改进能力与创新能力，如跨学科项目类问题、复杂的实际决策问题，让学生实现能力的突破与提升。同时，训练任务的设计应结合不同专业的特点，选取贴合专业需求的实际问题，确保训练的针对性与实用性。

（二）强化实践环节，提升实践应用能力

实践环节是实际问题解决能力训练的核心，只有通过大量的实践训练，才能让学生将所学知识转化为实际能力，提升实际问题解决能力。强化实践环节应从三个方面入手：一是增加实践训练的数量，结合教学进度，每一个重要的数学知识点都搭对应应的实践训练任务，让学生在实践中深化对知识的理解与应用；二是丰富实践训练的形式，采用多样化的实践训练方式，如课堂实践、课后实践、校内实践、校外实践相结合，课堂上通过案例分析、小组讨论等形式开展小型实践训练，课后布置实践性作业，校内搭建实践平台开展集中训练，校外与企业、科研机构合作，提供真实的实践场景，让学生参与实际项目的解决，积累实践经验；三是强化实践训练的针对性，结合不同专业的需求，设计贴合专业实际的实践训练任务，如工科学生侧重工程实践类训练，经管类学生侧重数据分析与决策类训练，理科学生侧重科研实践类训练，确保实践训练能够提升学生的专业应用能力，适配后续的专业学习与职业发展。

（三）注重总结反思与反馈，实现能力持续提升

总结反思与反馈是实际问题解决能力系统训练的重要环节，能够帮助学生发现自身的不足，优化解决问题的方法，实现能力的持续提升。一方面，引导学生做好训练总结，每完成一项实践训练任务后，要求学生梳理问题解决的流程、方法与结果，总结训练中的经验与不足，分析遇到的问题及解决方法，反思自身在问题识别、模型构建、方法选择等方面的短板，形成总结报告，深化对实际问题解决方法的理解与掌握；另一方面，建立完善的反馈机制，教师及时对学生的实践训练成果进行批改与反馈，针对学生存在的问题，给出具体的改进建议，引导学生优化解决问题的思路与方法；同时，组织学生开展交流分享活动，让学生分享自身的训练经验与解题思路，相互学习、相互借鉴，共同提升实际问题解决能力。此外，建立学生训练档案，记录学生的训练过程、成果与改进情况，跟踪学

生的能力提升过程，根据学生的反馈与训练情况，及时调整训练方案，确保训练的针对性与实效性。

（四）融入信息技术，提升训练效率与质量

在实际问题解决能力训练中，融入信息技术手段，能够有效提升训练效率与质量，帮助学生更好地完成实践训练任务，提升实际问题解决能力。一方面，利用数学软件（如 MATLAB、Python、SPSS 等）开展实践训练，引导学生运用软件进行数据处理、模型求解、结果分析与验证，提升问题解决的效率与准确性，同时培养学生的信息技术应用能力，适配新时代对人才信息技术素养的要求；另一方面，搭建智能化训练平台，整合实践训练资源，提供多样化的训练任务、案例素材与学习资源，支持学生自主开展实践训练，平台可通过大数据技术分析学生的训练情况，精准识别学生的能力短板，为学生提供个性化的训练建议与资源推荐，实现精准训练；此外，利用虚拟仿真技术，构建真实的实践场景，让学生在虚拟环境中开展实践训练，模拟实际问题的解决过程，降低实践训练的成本与难度，同时提升训练的趣味性与实效性，帮助学生更好地掌握实际问题解决的方法与技巧。

三、实际问题解决能力训练的保障措施

实际问题解决能力的系统训练需要完善的保障措施作为支撑，确保训练工作有序、有效开展，提升训练质量，实现学生实际问题解决能力的稳步提升，贴合新时代复合型人才的需求。

（一）加强教师队伍建设，提升指导能力

教师是实际问题解决能力训练的引导者与指导者，教师的指导能力直接影响训练效果。因此，需要加强教师队伍建设，提升教师的综合素养与指导能力。一方面，开展常态化培训，组织教师学习实际问题解决能力培养的相关理论与方法，学习数学软件、虚拟仿真等信息技术的操作与应用，提升教师的专业素养与教学能力；另一方面，鼓励教师参与实际项目研究、企业实践等活动，积累实际问题解决的经验，提升教师的实践指导能力，让教师能够更好地指导学生开展实践训练，解决学生在训练中遇到的难题；此外，建立教研交流机制，组织教师开展教研活动，分享实际问题解决能力训练的经验与方法，相互学习、相互提升，优化训练方案，提升训练质量。

（二）完善训练资源建设，提供有力支撑

完善的训练资源是实际问题解决能力训练的重要保障，需要构建多元化、高质量的训练资源体系，为学生的实践训练提供有力支撑。一是加强案例资源建设，收集、整理不同领域、不同难度的实际问题案例，建立案例库，涵盖工科、经管、理科等多个专业领域，为学生的实践训练提供丰富的素材；二是加强实践平台建设，搭建校内实践平台（如数学建模实验室、数据分析实验室等），配备必要的设备与软件，为学生开展校内实践训练提供条件；同时，加强与企业、科研机构的合作，搭建校外实践基地，提供真实的实践场景与项目资源，让学生参与实际项目的解决，积累实践经验；三是加强数字化资源建设，开发线上训练课程、教学视频、训练题库等数字化资源，搭建线上训练平台，支持学生自主开展实践训练，拓宽训练渠道，提升训练的灵活性与实效性。

（三）建立科学的评价体系，强化训练导向

科学的评价体系能够引导学生重视实际问题解决能力的训练，提升训练效果，因此，需要建立多元化、过程性的评价体系，强化评价的导向作用。评价体系应兼顾过程性评价与终结性评价，重点关注学生的训练过程、能力提升与实践成果，而非单纯的训练结果；评价指标应涵盖问题识别能力、模型构建能力、方法选择能力、结果验证能力、优化改进能力等核心要素，同时结合学生的团队协作、总结反思等表现，实现评价的全面性；评价方式应采用教师评价、学生自评、小组互评相结合的方式，确保评价的科学性与公正性；同时，将评价结果与学生的评优评先、综合素质认定、实践学分等挂钩，引导学生主动参与实践训练，提升实际问题解决能力。

（四）营造良好的训练氛围，激发训练积极性

良好的训练氛围能够激发学生的训练积极性与主动性，推动实际问题解决能力训练的深入开展。学校与教师应注重营造重视实践、鼓励创新的训练氛围，一方面，通过开展实践技能竞赛、实际问题解决大赛等活动，为学生提供展示自身能力的平台，激发学生的训练热情；另一方面，加强宣传引导，介绍实际问题解决能力的重要性，分享优秀学生的训练经验与成果，引导学生重视实际问题解决能力的培养，主动参与实践训练；同时，鼓励学生大胆尝试、勇于创新，允许学生在训练中出现错误，引导学生从错误中总结经验、提升能力，营造宽松、包容、创新的训练氛围。

实际问题解决能力是高等数学应用能力的核心，其培养需要构建系统化的训练体系，明确核心构成与训练目标，制定科学的训练策略，强化实践环节、总结反思与反馈，融入信息技术，提升训练效率与质量。同时，通过加强教师队伍建设、完善训练资源建设、建立科学的评价体系、营造良好的训练氛围，为实际问题解决能力的训练提供有力保障。通过系统训练，能够帮助学生掌握实际问题解决的核心流程与方法，提升实际问题解决能力、数学应用能力与创新能力，为学生后续的专业学习、职业发展奠定坚实基础，适配新时代复合型人才的需求，推动高等数学应用能力培养工作落到实处。

第八章 学习评价体系的改革实践

第一节 过程性评价的实施方法与工具

传统终结性评价以期末考试为核心，侧重考查学生的知识记忆与解题能力，忽视了学生学习过程中的参与度、思考深度、能力提升与创新意识，难以全面、客观地评价学生的学习成效与综合素养，不利于引导学生主动学习、自主探究，也无法为教学改进提供精准支撑。过程性评价作为终结性评价的重要补充与优化，聚焦学生学习全过程，通过多元化方法与工具，实现对学生学习过程的动态监控、及时反馈与持续改进，彰显评价的诊断性、发展性与激励性价值。

一、过程性评价的核心内涵与价值

过程性评价并非简单的“过程+评价”，而是以学生的学习过程为核心评价对象，以促进学生能力提升与素养发展为根本目标，通过多维度、多方式的评价，全面捕捉学生在学习过程中的表现、进步与不足，实现评价与教学的深度融合，其核心内涵与价值体现在多个维度，为高等数学学习评价改革提供了重要指引。

（一）核心内涵

过程性评价的核心内涵是“以过程为导向、以发展为目标、以反馈为核心”，打破“一考定终身”的评价局限，将评价贯穿于高等数学教学的全过程，涵盖课前预习、课堂学习、课后练习、小组探究、阶段性总结等各个环节。其核心不在于评价学生的最终成绩，而在于捕捉学生在学习过程中的参与状态、思维过程、能力提升与情感态度，关注学生的个体差异与个性化发展，通过动态评价，全面、客观地反映学生的学习成效与综合素养，为学生的学习改进和教师的教学优化提供精准依据。过程性评价强调评价的主体性，鼓励学生主动参与评价过程，实现自我反思、自我提升，同时注重评价的互动性，构建教师评价、学生自评、同伴互评相结合的评价体系，提升评价的全面性与客观性。

（二）核心价值

过程性评价在高等数学学习评价中具有不可替代的价值，其核心价值体现在监控学习过程、促进学生发展、优化教学实践三个方面。一是监控学习过程，及时掌握学生学习动态。过程性评价通过对学生课堂表现、作业完成、小组探究等环节的持续关注，能够及时发现学生在学习过程中存在的问题，如知识理解不透彻、思想方法运用不熟练、学习态度不端正等，为教师提供精准的教学反馈，避免学生出现“积重难返”的学习困境。二是促进学生发展，激发学生学习动力。过程性评价注重对学生进步的肯定与激励，关注学生的个体差异，通过及时的反馈与指导，帮助学生明确自身的优势与不足，树立学习信心，引导学生主动调整学习策略，实现自主学习与自我提升，培养学生的反思能力与自主学习能力。三是优化教学实践，提升教学质量。过程性评价所反馈的信息，能够帮助教师准确把握教学效果，发现教学过程中存在的问题，如教学内容难度不适、教学方法单一、实践环节不足等，进而优化教学内容、调整教学方法、完善教学环节，实现“以评促教”，推动高等数学教学质量的提升。

（三）与传统终结性评价的本质区别

过程性评价与传统终结性评价在评价导向、评价对象、评价方式、评价目的等方面存在本质区别，打破了传统评价的局限性，更贴合新时代人才培养的需求。传统终结性评价以“结果为导向”，评价对象主要是学生的最终考试成绩，评价方式单一，多以笔试为主，评价目的是区分学生的优劣、衡量教学的最终效果，忽视了学生的学习过程与能力发展；而过程性评价以“过程为导向”，评价对象是学生的整个学习过程，评价方式多元化，涵盖课堂观察、作业评价、小组评价等多种形式，评价目的是诊断学习问题、促进学生发展、优化教学实践，注重对学生能力提升与素养发展的全面评价。两者并非相互对立，而是相互补充、协同发力，共同构成科学完整的高等数学学习评价体系。

二、过程性评价的实施方法

过程性评价的实施需结合高等数学的教学特点与学生的学习规律，立足教学全过程，采用多元化的评价方法，明确各方法的评价要点，确保评价的全面性、针对性与可操作性，实现对学生学习过程的全方位监控与评价。

（一）课堂表现评价

课堂表现是学生学习过程的核心体现，课堂表现评价主要聚焦学生在课堂教学中的参与状态、思维表现与互动情况，全面评价学生的课堂学习效果。评价要点主要包括三个方面：一是参与度，关注学生是否主动参与课堂提问、课堂讨论、小组探究等活动，是否按时完成课堂练习，是否积极回应教师的引导；二是思维表现，关注学生在课堂上的思考深度，是否能够主动提出问题、分析问题，是否能够运用所学数学知识与思想方法解决课堂上的简单问题，是否具有创新思维；三是互动表现，关注学生与教师、同伴之间的互动交流情况，是否能够积极参与小组讨论，主动分享自己的观点与思路，是否能够倾听他人的意见并进行补充完善。课堂表现评价采用即时评价的方式，教师通过课堂观察，及时记录学生的表现，定期进行汇总分析，作为过程性评价的重要依据。

（二）作业评价

作业是学生课后巩固知识、运用知识的重要载体，作业评价是过程性评价的重要组成部分，主要聚焦学生作业的完成质量、完成态度与改进情况，评价学生对知识的掌握程度与应用能力。评价要点主要包括四个方面：一是完成质量，关注学生作业的正确率、规范性，是否能够熟练运用所学数学知识与思想方法解决作业中的问题，是否能够做到步骤完整、思路清晰；二是完成态度，关注学生是否按时、独立完成作业，是否存在抄袭、敷衍等情况；三是改进情况，关注学生对作业中错误的订正情况，是否能够主动分析错误原因，总结解题经验，避免重复犯错；四是创新表现，关注学生在作业中是否能够运用新颖的解题思路、方法解决问题，是否具有自主探究与创新的意识。作业评价采用书面反馈与口头点评相结合的方式，教师对学生的作业进行逐一批改，针对共性问题进行课堂集中点评，针对个性问题进行单独反馈，引导学生不断改进作业质量，提升知识应用能力。

（三）小组探究评价

小组探究是高等数学教学中培养学生协作能力、创新能力与问题解决能力的重要方式，小组探究评价主要聚焦学生在小组探究活动中的参与度、协作能力、探究能力与成果表现，全面评价学生的综合素养。评价要点主要包括四个方面：一是参与度，关注学生是否主动参与小组探究活动，是否能够积极承担小组分配的任务，是否能够主动参与小组讨论与交流；二是协作能力，关注学生是否能够与小组成员分工合作、协同发力，是否能够倾听他人的意见与建议，是否能够主

动配合小组完成探究任务；三是探究能力，关注学生是否能够运用所学数学知识与思想方法，分析探究问题、构建解决方案，是否能够主动探索、大胆尝试，具有较强的探究意识与能力；四是成果表现，关注小组探究成果的质量，是否能够准确解决探究问题，是否具有一定的创新性与实用性，是否能够清晰、准确地展示探究成果。小组探究评价采用教师评价、小组自评、同伴互评相结合的方式，综合各方意见，全面、客观地评价学生在小组探究中的表现与能力。

（四）阶段性测试

阶段性测试是过程性评价的重要补充，主要聚焦学生在某一教学阶段的知识掌握程度与能力提升情况，及时诊断学生的学习问题，为后续教学与学习提供指导。阶段性测试的内容应贴合教学进度，涵盖本阶段所学的核心知识点、思想方法与应用技能，难度适中，注重考查学生的知识应用能力与思维能力，避免单纯的知识记忆性考查。评价要点主要包括三个方面：一是知识掌握程度，关注学生对本阶段核心知识点的理解与记忆，是否能够准确运用知识点解决基础问题；二是能力提升情况，关注学生对数学思想方法的运用能力，是否能够运用所学知识解决综合性、应用性问题；三是存在的问题，通过测试，准确识别学生在知识掌握、能力运用等方面存在的薄弱环节，为后续的针对性辅导与学习改进提供依据。阶段性测试后，教师及时进行试卷分析，向学生反馈测试结果，引导学生总结经验、查找不足，调整学习策略，同时根据测试结果优化后续教学内容与教学方法。

三、过程性评价的常用工具

科学合理的评价工具是确保过程性评价全面、客观、可操作的关键，结合高等数学教学实际，选取适配的评价工具，能够有效捕捉学生的学习过程与表现，提升评价的实效性，为评价结果的分析与应用提供有力支撑。

（一）学习档案袋

学习档案袋是过程性评价的核心工具之一，主要用于收集学生在学习过程中的各类学习成果与表现，全面记录学生的学习过程、进步与不足，实现对学生学习过程的全程跟踪与评价。学习档案袋的内容应具有针对性与综合性，主要包括：课前预习笔记、课堂笔记、作业样本（含订正后的作业）、小组探究报告、阶段性测试试卷、自我反思报告、创新解题思路与方法、学习计划与总结等。学习档案袋由学生自主整理、自主管理，教师定期指导学生完善档案袋内容，引导学生

通过档案袋回顾自己的学习过程，总结学习经验，反思学习不足，实现自我提升。同时，教师通过查阅学习档案袋，能够全面了解学生的学习情况，准确把握学生的能力提升与素养发展，为过程性评价提供丰富、真实的依据。

（二）课堂观察记录表

课堂观察记录表是用于记录学生课堂表现的重要工具，由教师根据课堂教学情况，实时记录学生的参与状态、思维表现、互动情况等，确保课堂表现评价的客观性与准确性。课堂观察记录表的设计应贴合高等数学课堂教学特点，明确记录内容与评价标准，主要包括：学生姓名、观察时间、观察内容（参与提问、课堂讨论、小组探究、课堂练习等）、表现等级（优秀、良好、一般、待改进）、备注（具体表现与问题）等。教师在课堂教学过程中，通过课堂观察记录表，及时捕捉学生的课堂表现，课后对记录内容进行汇总分析，梳理学生的共性问题与个性差异，为课堂表现评价提供精准依据，同时为后续的课堂教学优化提供参考。

（三）作业反馈表

作业反馈表是用于反馈学生作业情况的重要工具，主要用于记录学生作业的完成质量、存在的问题、改进建议等，实现作业评价的规范化与精细化，帮助学生明确作业中的不足，及时改进作业质量。作业反馈表的设计应简洁明了、重点突出，主要包括：学生姓名、作业名称、完成时间、作业质量等级、存在的主要问题（知识漏洞、方法不当、书写不规范等）、改进建议、教师评语等。教师在批改作业时，填写作业反馈表，针对学生作业中存在的问题，提出具体、可操作的改进建议，引导学生根据反馈意见订正作业、总结经验。同时，作业反馈表也是教师汇总学生作业情况、分析教学问题的重要依据，有助于教师优化后续的作业设计与教学内容。

评价工具	核心用途	主要内容 / 记录要点	评价主体
学习档案袋	全程跟踪学生学习过程，记录成长与进步	预习笔记、课堂笔记、作业样本、探究报告、测试试卷、反思报告等	学生、教师
课堂观察记录表	记录学生课堂表现，评价课堂参与思维状态	参与提问、讨论、探究情况，表现等级，具体问题与备注	教师
作业反馈表	反馈作业质量，提出改进建议	作业等级、存在问题、改进建议、教师评语	教师

过程性评价打破了传统终结性评价的局限，以学生学习全过程为核心，通过明确其核心内涵与价值，采用课堂表现评价、作业评价、小组探究评价、阶段性

测试等多元化实施方法，搭配学习档案袋、课堂观察记录表、作业反馈表等常用工具，实现了对学生学习过程的全方位、动态化评价。这种评价方式不仅能够全面、客观地反映学生的学习成效与综合素养，激发学生的学习动力，还能教师提供精准的教学反馈，引导教师优化教学实践，实现“以评促学、以评促教”，为高等数学学习评价体系改革奠定坚实基础。

第二节 多元化考核方式的探索应用

传统高等数学考核以终结性笔试为唯一方式，“一考定终身”的模式难以全面反映学生的学习过程、能力提升与综合素养，既无法兼顾学生的个体差异，也难以适配高等数学教学改革与复合型人才的需求，容易导致学生出现“重分数、轻能力”“重记忆、轻应用”的学习误区。多元化考核方式立足“全面评价、注重能力、促进发展”的核心思路，打破传统考核局限，构建多维度、多形式、多层次的考核体系，实现对学生知识掌握、能力提升与素养发展的全面评价，推动学生全面发展。

一、多元化考核方式的核心思路

多元化考核方式的核心要义在于彻底打破“一考定终身”的传统考核模式，积极摒弃“重结果、轻过程”以及“重知识、轻能力”的陈旧评价导向，致力于构建一个由“过程性评价”“终结性评价”与“实践评价”三者有机结合、相辅相成的多元考核体系。该体系旨在全面兼顾对学生的知识掌握程度、综合能力水平以及核心素养发展的考查，力求实现考核与日常教学活动、人才培养总体目标的深度融合与高度统一。其核心思路具体体现在以下三个关键方面，为多元化考核模式的实际探索与广泛应用提供了清晰而明确的行动指引。

（一）坚持“全面评价”，兼顾过程与结果

多元化考核模式有效打破了传统考核仅聚焦于终结性考试结果的局限性，坚定不移地贯彻“过程与结果并重”的原则，通过将过程性评价、终结性评价以及实践评价三者科学、动态地结合起来，力图全方位、多角度地捕捉学生在整个学习周期中的动态表现与最终成效。其中，过程性评价主要聚焦于学生学习与发展

的全过程,细致考查学生在课堂互动参与度、课后作业完成质量、小组协作探究活动等方面的具体表现,从而真实反映学生的学习投入态度、自主学习能力以及各个阶段所取得的渐进性进步。终结性评价则聚焦于检验学生对课程核心知识的系统掌握情况及综合运用能力,重点考查学生对高等数学关键知识点、核心思想方法的理解深度与在复杂情境下的应用水平。实践评价则聚焦于评估学生将理论知识转化为实践行动的能力以及创新潜力,着重考查学生运用所学数学知识、模型与方法去分析和解决现实世界实际问题的能力。通过这三种评价方式的有机结合,旨在实现对学生们的学习成效进行全面、客观、立体地评估,从根本上避免“一考定终身”所带来的评价片面性与偶然性。

（二）坚持“能力导向”，突出素养培养

多元化考核模式以促进学生能力发展与核心素养养成为根本核心,有力突破了传统考核中“重知识记忆再现、轻能力迁移运用”的狭隘框架,特别强调并突出对学生数学应用能力、创新创造能力、团队协作能力、逻辑思辨能力等关键素养的考查与引导。在考核内容的设计上,它不仅系统覆盖高等数学课程要求掌握的核心知识体系,而且更加注重考查学生灵活运用数学知识、思想方法与工具去解决跨学科或实际工程、社会问题的综合实践能力。同时,它也注重考查学生在学习与研究过程中所展现出的创新思维品质、批判性思考能力以及主动探究未知的意愿与能力。这种导向旨在积极引导学生从被动“学会数学知识”向主动“会用数学思维”进行深刻转变,从而更好地契合新时代对于具有扎实理论基础和强大实践创新能力的复合型人才需求的迫切需求,最终实现“以考核促进能力提升、以评价驱动素养发展”的根本目标。

（三）坚持“因材施教”，兼顾个体差异

多元化考核模式充分尊重并关注学生在知识基础、学习风格、兴趣特长与发展潜质等方面存在的个体差异,彻底改变了传统考核中“标准统一、模式单一”的“一刀切”做法,致力于设计具有多层次、多维度、可选择性的考核形式与差异化的评价标准,以满足不同认知水平、不同发展层次学生的个性化学习需求与能力发展要求。对于基础知识相对薄弱的学生群体,考核的重点在于评估其对基本概念、原理的理解与掌握程度,以及运用这些知识解决基础性问题的能力,并通过评价给予其及时的反馈与鼓励,支持其建立信心、稳步提升。对于学有余力、基础较好的学生群体,考核的重点则转向考查其高阶的综合应用能力、复杂的创

新解决能力以及深入的独立探究能力，通过更具挑战性的任务引导其不断突破自我、追求卓越。此外，该模式还允许学生在一定范围内根据自身的学习特点、兴趣方向与优势领域，自主选择更适合自己的考核项目或表现形式，从而最大限度地发挥学生的主体性与能动性，有效激发其内在的学习动力与潜能，最终促进每一位学生的个性化成长与全面发展。

二、多元化考核的具体形式

结合高等数学课程的教学特点、各教学环节的实际安排以及对学生能力培养的整体目标，积极探索并设计与之相适应的多元化考核形式，具体涵盖笔试、口试、实践操作、项目报告、数学建模成果展示等多种考核方式，各种考核形式之间相互补充、相互支撑、协同发挥作用，从而实现对学生在知识掌握程度、能力提升水平以及综合素养发展等方面的全面、系统考查。

（一）笔试

笔试作为多元化考核体系中一种基础且重要的形式，同时也是终结性评价的核心载体，其主要功能在于考查学生对高等数学课程中核心知识点、重要思想方法的掌握程度以及基础应用能力，在考核设计中既注重基础性也兼顾综合性。笔试的具体内容应紧密贴合课程的教学目标与教学内容体系，全面覆盖函数、极限、导数、积分、向量、微分方程等核心知识模块，着重考查学生对知识的理解深度、逻辑推理的严谨性以及基础解题的熟练程度，同时适当引入具有综合性和实际应用背景的题目，以检验学生运用所学数学知识分析和解决较为复杂实际问题的能力。笔试可根据实施时间分为阶段性笔试与终结性笔试两种类型：阶段性笔试结合教学进度分阶段进行，旨在考查学生在某一特定学习阶段的知识掌握情况，为过程性评价提供重要依据；终结性笔试则在学期末统一组织实施，全面评估学生整个学期学习成效，并作为终结性评价的核心依据。在笔试的题型设计上应力求多样化，包括但不限于选择题、填空题、计算题、证明题、应用题等多种类型，避免因题型单一而带来的考查局限，从而更全面、多角度地评价学生的知识掌握水平与解题应用能力。

（二）口试

口试是多元化考核体系中一项重要的补充形式，其主要目的在于考查学生的语言组织与表达能力、逻辑思维与推理能力、对数学知识的深入理解能力以及临

场应变能力,有效弥补传统笔试“重书面作答、轻口头表达”的局限性,实现对学生在表达与思维层面能力的全面考查。口试的内容可紧密结合教学实际内容与学生的学习状况,重点考查学生对核心数学概念、重要定理、思想方法的理解深度与口头阐述能力,考察学生对解题思路、方法的清晰讲解与逻辑分析能力,以及考查学生对实际问题的数学化分析与口头解读能力。口试可采用一对一的个体口试或小组集体口试等不同组织形式:一对一口试侧重于考查学生个体的表达表现与思维品质;小组口试则更注重考察学生在团队中的协作交流能力与集体表达能力。口试的评价标准应事先明确并具有可操作性,重点关注学生表达的准确性、逻辑的严谨性、思路的清晰度以及临场反应的灵活性,确保口试评价过程的客观性与结果公正性。

(三) 实践操作

实践操作是考查学生将数学知识应用于实际情境的实践能力的重要形式,主要侧重于评价学生运用数学知识及相关工具解决实际问题的动手能力与操作技能,贴合高等数学课程“强调应用、强化实践”的教学导向。实践操作的内容设计应紧密结合课程教学内容与实际应用场景,涵盖数学软件操作、数据采集与处理、简单模型构建等多个方面,例如:指导学生运用 MATLAB、Python 等常用数学软件进行函数图像绘制、极限计算、积分求解等操作;引导学生运用概率统计知识完成实际数据的收集、整理与分析任务;指导学生基于优化理论完成简单的工程优化设计实践等。实践操作可在专用实验室或课堂实践环节中开展,要求学生独立完成或通过小组合作形式完成,教师需在现场观察学生的操作流程、操作规范程度以及实际问题解决能力,并详细记录学生的实践表现,作为实践环节评价的关键依据。实践操作评价应重点关注学生的实际操作技能、问题分析与解决问题的能力以及在此过程中展现出的创新思维,鼓励学生尝试运用新颖的方法与独特的思路完成既定的实践任务。

(四) 项目报告

项目报告是考查学生综合应用能力、自主探究能力以及团队协作能力的重要考核形式,主要要求学生结合高等数学课程所学知识及其专业背景特点,完成一项具有一定综合性和探索性的项目研究,并撰写完整的项目报告,全面展示个人或团队在项目探究过程中的思路、方法、成果及反思。项目报告的主题可紧密结合教学内容与学生所在专业的需求进行设计,例如:针对工科专业学生可设计“工

程优化方案设计与分析项目报告”；针对经管类专业学生可设计“经济数据统计分析与预测项目报告”；针对理科专业学生可设计“实验数据的数学处理与模型构建项目报告”等，要求学生灵活运用高等数学的思想与方法，结合相关专业知识，完成从项目设计、数据收集处理、模型构建、结果分析到报告撰写的全过程。项目报告的评价应重点关注学生的项目规划与设计能力、自主探究与解决问题的能力、数据处理与分析能力、报告撰写与展示能力以及在此过程中体现出的创新意识，对于小组合作完成的项目，还需关注学生的团队协作能力与沟通协调能力，从而实现对学生的综合素养进行全面评价。

（五）数学建模成果

数学建模成果是考查学生创新能力、实践应用能力与综合素养的一种重要考核形式，主要结合数学建模竞赛活动、课堂建模实践任务等载体，重点评价学生运用数学知识与思想方法解决实际问题的综合能力与创新水平。学生可提交个人或团队参与各类数学建模竞赛所取得的成果、在课程中完成的数学建模实践作品等作为考核依据，例如：在数学建模成果评价体系中，学生通过课堂建模实践完成的作品，以及由学生自主构思并实现的建模案例等，都将作为考核过程的重要依据与核心评价材料。该评价机制重点关注学生在模型构建能力、问题分析深度、求解策略有效性、创新思维体现以及成果展示与表达能力等多维度的综合表现。其核心目的在于鼓励并引导学生积极运用所学的数学理论知识，去分析和解决真实世界中的实际复杂问题，从而有效培养学生的实践应用能力、解决复杂工程或社会问题的技能，以及突破常规的创新思维。这一评价导向紧密贴合当前新工科与新文科交叉融合背景下的人才培养需求，强调理论与实践的结合，致力于提升学生的综合素质与未来职业发展潜力。

三、多元化考核的实施保障

多元化考核方式的顺利实施，离不开一个完善且坚实的实施保障体系。该体系的核心在于，必须明确界定各考核环节的具体权重、制定一套科学且严谨的评价标准、并确保整个考核过程始终遵循公平公正的原则。唯有如此，才能有效避免考核工作流于形式，确保多元化考核的实效性与科学性真正得以体现，从而切实推动整个教学评价体系的改革落地见效，为人才培养质量的提升提供有力支撑。

（一）明确各考核环节的权重

明确各考核环节的权重，是确保多元化考核体系科学合理、导向清晰的基石。权重的设定，必须紧密结合高等数学课程的教学目标、教学过程中的各个环节以及对学生关键能力培养的要求，进行系统性的考量与分配。具体而言，需要合理配置过程性评价、终结性评价以及实践评价三者的比重，力求兼顾学习过程与最终结果、理论知识与实践能力的平衡。结合当前的教学实际与普遍经验，建议采取以下权重分配方案：过程性评价占总评成绩的40%，其内部可进一步细化为课堂表现占10%、作业完成质量评价占10%、小组合作探究活动评价占10%，以及阶段性学习成果测试占10%；终结性评价同样占40%，主要以全面检验学生知识掌握与综合运用能力的期末笔试形式进行；实践评价则占20%，用以重点考查学生的应用能力，可分解为实践操作技能占8%、项目研究报告质量占7%，以及数学建模成果水平占5%。需要强调的是，上述权重分配并非一成不变，各院校、各专业应结合自身的办学定位、学科专业特点以及人才培养的具体规格进行灵活且适当的调整。例如，对于强调工程应用的工科类专业，可适度提高实践评价的整体权重，尤其是实践操作和建模成果的比重，以更侧重考查学生解决实际工程问题的应用能力；而对于经管类专业，则可适当提升项目报告、数据分析能力等相关考核内容的权重，使考核更贴合其专业需求与未来职业场景，从而确保权重分配既具合理性，又富有针对性。

（二）制定科学的评价标准

制定一套科学、细致、可操作的评价标准，是确保多元化考核能够客观、公正、有效实施的核心环节。评价标准必须针对不同形式的考核（如笔试、实践、报告等）及其所涵盖的具体内容，进行逐一设计，做到具体、明确、可衡量，从而最大限度地避免评价过程中的主观臆断与随意性。这些标准应紧密贴合课程对学生能力培养的总体目标，全面覆盖知识理解与掌握、能力发展与提升、综合素养培育等多个维度，并为每一个评价维度清晰地界定出不同等级（如优秀、良好、合格、待改进）所对应的具体表现要点与详细的评分依据。举例来说，针对课堂表现的评价标准，应明确描述在“优秀、良好、一般、待改进”四个等级下，学生在听课专注度、互动参与积极性、提问与回答质量等方面的具体行为表现；针对作业的评价标准，则应明确规定在答案正确率、解题步骤规范性、思路方法创新性等方面的评分要点与分值分配；针对项目报告的评价标准，则需要从项目选

题与设计的合理性、研究过程与方法的科学性、最终成果的质量与价值，以及报告撰写的逻辑性与规范性等多个方面，设定清晰的评价要点。此外，所有评价标准必须在考核开始前向全体学生公开、详细说明，让学生从一开始就明确知道考核的具体要求与努力方向，从而引导他们进行更有针对性地学习与准备，这既是保障评价过程透明度的需要，也是维护考核公正性的重要基础。

（三）确保考核过程的公平公正

维护考核过程的公平与公正，是多元化考核得以顺利推行并赢得认可的基本前提和根本要求。为此，必须建立起一套完善的考核监督与规范机制，对考核全过程进行有效管理，严防可能出现的舞弊、偏袒或不公现象，确保每一项考核结果都客观、公正地反映学生的真实水平。具体保障措施应从多个层面着手：一方面，必须强化对考核实施过程的监督力度，可考虑成立由教学管理人员、教师代表甚至学生代表共同组成的考核监督小组，对笔试、口试、实践操作、项目答辩等所有考核环节进行全流程监督，严格规范监考、评分、成绩录入等操作流程，坚决杜绝任何形式的舞弊行为。另一方面，要致力于完善评价主体的多元化构成，积极采用教师评价、学生自我评价、同伴之间相互评价相结合的综合评价方式。这种多视角的评价能够有效补充单一教师评价可能存在的视角局限或主观倾向，使评价结果更加全面、立体和客观。同时，还应建立一个畅通、规范的考核申诉与复议机制。当学生对考核过程、评分结果存有异议时，有权依据既定程序提出正式申诉，考核监督小组或相关责任部门需及时受理，并进行认真地复核与调查，在规定时间内给予学生明确的反馈与解释。这一机制不仅是对学生合法权益的重要保障，也是检验并持续改进考核工作公平性、公正性的关键环节，最终确保多元化考核在阳光下运行，经得起检验。

多元化考核方式以“全面评价、注重能力、促进发展”为核心思路，打破了“一考定终身”的传统局限，构建了“过程性评价+终结性评价+实践评价”的多元考核体系。通过探索笔试、口试、实践操作、项目报告、数学建模成果等具体考核形式，明确各考核环节的权重，制定科学的评价标准，确保考核过程的公平公正，实现了对学生知识掌握、能力提升与综合素养的全面评价。这种考核方式不仅能够激发学生的学习动力，引导学生注重能力提升与素养发展，还能推动高等数学教学改革，优化教学内容与教学方法，提升教学质量与人才培养质量。

第三节 学业质量标准的校本化建构

高等数学学业质量标准是衡量学生高等数学学习成效、规范教学过程、提升教学质量的核心依据，是学习评价体系改革的重要支撑。不同学校的办学定位、专业人才培养要求存在差异，通用的学业质量标准难以适配各学校的实际教学需求，无法充分体现学校的办学特色与人才培养目标。学业质量标准的校本化建构，就是结合学校办学定位、专业人才培养要求，构建贴合本校实际、凸显本校特色、适配学生发展的高等数学学业质量标准，为学习评价、教学实施提供精准指引，推动教学质量与人才培养质量同步提升。

一、高等数学学业质量标准的核心内涵

高等数学学业质量标准是对学生完成高等数学课程学习后，在知识掌握、能力提升、素养发展等方面应达到的水平与要求的明确界定，其核心内涵围绕“知识、能力、素养”三个维度展开，兼顾基础性与发展性、通用性与特色性，为校本化建构提供了核心方向。

（一）知识维度

知识维度是学业质量标准的基础，主要界定学生在高等数学课程学习后，应掌握的核心知识点、基本概念、定理、公式与思想方法。核心知识点包括函数、极限、导数、积分、向量、微分方程、概率统计等，要求学生能够准确理解这些知识的内涵与外延，掌握相关的定理、公式与运算方法，能够熟练运用这些知识解决基础的数学问题。同时，要求学生理解各知识点之间的内在联系，形成完整的数学知识体系，能够综合运用多个知识点解决综合性问题，为后续专业学习与实践应用奠定坚实的知识基础。

（二）能力维度

能力维度是学业质量标准的核心，主要界定学生在高等数学课程学习后，应具备的数学应用能力、逻辑思维能力、创新能力、探究能力与协作能力。数学应用能力要求学生能够运用高等数学知识与思想方法，分析实际问题、构建数学模型、解决实际问题，实现“学用结合”；逻辑思维能力要求学生能够进行严谨的逻辑推理、分析与论证，清晰地梳理解题思路，准确表达解题过程；创新能力要求学生能够跳出传统解题模式，运用新颖的思路与方法解决数学问题与实际问题，

具有一定的创新意识；探究能力要求学生能够主动提出问题、分析问题、探索解决方案，具有自主探究的意识与能力；协作能力要求学生能够与他人分工合作、协同发力，共同解决综合性数学问题与探究项目。

（三）素养维度

素养维度是学业质量标准的升华，主要界定学生在高等数学课程学习后，应形成的数学素养、科学素养与人文素养。数学素养要求学生形成“用数学的眼光看待问题、用数学的思维分析问题、用数学的方法解决问题”的思维习惯，具备一定的数学文化素养；科学素养要求学生具备严谨的科学态度、实事求是的探究精神，能够尊重科学、崇尚科学；人文素养要求学生在过程中，培养坚韧不拔、勇于探索、乐于合作的品质，形成正确的学习态度与价值观，实现知识、能力与素养的全面发展。

二、学业质量标准的校本化建构路径

学业质量标准的校本化建构，需立足学校办学定位、专业人才培养要求，结合本校高等数学教学实际与学生特点，遵循“梳理目标、拆解素养、制定标准、完善细则”的路径，逐步构建科学合理、贴合实际、可操作的校本化学业质量标准。

（一）梳理教学目标，对接人才培养要求

梳理高等数学教学目标，对接学校办学定位与专业人才培养要求，是校本化建构的前提。首先，明确学校的办学定位，是应用型本科院校、研究型本科院校还是职业院校，明确学校的人才培养总目标，确保学业质量标准与学校人才培养总目标保持一致；其次，结合不同专业的人才培养要求，梳理各专业对高等数学知识、能力、素养的具体需求，例如，工科专业侧重数学应用能力、工程计算能力的培养，经管类专业侧重数据分析、经济预测能力的培养，理科专业侧重逻辑推理、科学研究能力的培养；最后，结合高等数学课程标准，梳理课程教学目标，将学校人才培养要求、专业需求与课程教学目标有机结合，明确校本化学业质量标准的核心方向与重点内容。

（二）拆解素养要求，细化评价维度

将学业质量标准的“知识、能力、素养”三个维度进行拆解，细化评价维度与具体要求，确保标准的可操作性与针对性。在知识维度，将核心知识点拆解为基础知识点、重点知识点、难点知识点，明确各知识点的掌握要求，如“理解”“掌

握”“熟练运用”等不同层次的要求；在能力维度，将数学应用能力、逻辑思维能力等核心能力拆解为具体的能力要点，如数学应用能力可拆解为模型构建能力、解题能力、数据处理能力等，明确各能力要点的评价标准；在素养维度，将数学素养、科学素养等核心素养拆解为具体的素养表现，如数学素养可拆解为数学思维、数学文化、学习态度等，明确各素养表现的评价要点，让学业质量标准更加具体、可操作。

（三）制定分层质量标准，兼顾个体差异

结合学生的个体差异与不同专业的需求，制定分层的学业质量标准，兼顾基础层、提高层、拓展层学生的发展需求，确保标准的包容性与针对性。基础层质量标准主要针对基础薄弱的学生，聚焦知识掌握与基础应用能力，要求学生能够掌握核心基础知识点，具备基本的数学应用能力，完成基础的学习任务；提高层质量标准主要针对中等水平的学生，聚焦知识的综合运用与能力提升，要求学生能够综合运用知识点解决综合性问题，具备一定的创新能力与探究能力；拓展层质量标准主要针对基础较好的学生，聚焦能力拓展与素养提升，要求学生能够运用数学知识解决复杂的实际问题，具备较强的创新能力、探究能力与协作能力，实现个性化发展。同时，结合不同专业的需求，对各层次质量标准进行适当调整，凸显专业特色。

（四）完善标准实施细则，确保落地见效

完善学业质量标准的实施细则，是确保标准落地见效的关键，需结合教学实际与考核方式，制定具体的实施流程、评价方法与保障措施。实施细则应明确学业质量标准在教学实施、学习评价、教学改进等环节的应用方法，明确各评价维度的评分标准、评价主体与评价流程；结合多元化考核方式，明确各考核形式与学业质量标准的对应关系，确保考核能够准确反映学生达到的质量标准；建立标准实施的监督机制，定期对标准的实施情况进行检查与评估，及时发现问题、调整优化，确保学业质量标准能够有效指导教学实践与学习评价，真正发挥其核心作用。

三、学业质量标准的应用价值

校本化建构的高等数学学业质量标准，不仅能够有效规范与系统化学习评价的全过程，还能在深层次上指导教学实践、全面优化教学环节、显著提升教学质

量，因而具有极为重要的现实应用价值与长远意义，为高等数学的教学改革与高质量人才培养提供了坚实的理论依据与实践支撑。

（一）指导教学内容设计，紧密贴合人才培养需求

学业质量标准清晰界定了学生在知识理解、能力发展与素养培育等方面的具体培养要求与达成指标，从而能够为高等数学教学内容的系统性设计提供精准、科学的指引，确保教学内容与学校人才培养的总体目标、社会行业的具体需求以及学生个体发展的内在需要保持高度契合。教师可以依据学业质量标准的具体条目，系统梳理教学的核心重点与关键难点，合理调整教学内容的深度、广度与结构序列，并有针对性地增加那些贴合专业特色、反映实际应用场景的教学模块与案例，从而不断优化和完善教学内容体系，从根本上避免教学内容与真实需求之间出现脱节现象。例如，针对工科专业，教师可根据学业质量标准中对工程建模与计算能力的明确要求，在课程中强化工程优化问题、数值计算方法等相关内容的教学；对于经管类专业，则可依据标准中对数据分析与处理能力的规定，着重加强概率统计基础、回归分析应用等模块的教学，从而使教学内容更具专业性、实践应用性与未来适应性。

（二）规范教学过程，系统提升教学质量

学业质量标准能够对高等数学教学的全过程起到有效的规范作用，它有助于明确每一阶段的教学目标、细化各个教学环节的具体要求，从而引导教师主动优化教学方法、精心设计并完善教学流程，最终实现教学质量的系统性提升。教师可以基于学业质量标准，制定出详细、可操作的教学计划与实施方案，明确每一堂课的具体教学目标、核心教学内容以及所采用的教学方法与手段，确保整个教学过程兼具规范性与针对性。在教学实施过程中，教师可以持续对照学业质量标准的各项指标，实时监控学生的学习进展与成效达成情况，及时发现教学过程中存在的薄弱环节或问题，并据此动态调整教学策略、优化教学活动设计，从而保障整体教学目标的顺利实现。同时，学业质量标准也为教师进行教学反思与教学评价提供了客观、统一的依据，引导教师更加关注教学过程的持续优化与教学效果的实质提升，形成推动教学质量不断改进的良性循环机制。

（三）优化评价方式，确保评价精准有效

学业质量标准是开展学习评价的核心依据与基础框架，它能够推动多元化、综合性评价方式的构建与优化，从而确保学习评价的精准性、科学性与有效性。

结合学业质量标准，可以明确不同考核形式（如考试、作业、项目、报告等）以及各个评价环节的具体评价要点与细化的评分标准，最大限度地减少评价过程中的主观性与随意性。它能够引导评价设计更加紧密地对接学生的发展需求与人才培养的最终目标，将评价焦点从单一的知识点考核，扩展到对知识掌握程度、能力提升水平以及综合素养发展状况的全面、立体评价，真正实现“以评促学、以评促教”的导向功能。此外，清晰明确的学业质量标准能够为学生的学习过程提供明确的指引与参照，帮助学生清晰了解自身的学习目标、需要达到的水平以及存在的差距，从而主动调整学习策略与方法，提升学习效率与成效，促进其自主学习和自我发展能力的形成。

维度	核心要求	分层标准（基础层）	分层标准（拓展层）
知识维度	掌握核心知识点、定理与思想方法	掌握基础知识点，能解决简单数学问题	熟练掌握核心知识点，能解决复杂综合性问题
能力维度	具备应用、思维、创新、探究能力	具备基本应用能力，能完成基础实践任务	具备较强综合应用与创新能力，能解决复杂实际问题
素养维度	具备数学素养、科学素养与人文素养	形成基本数学思维，具备良好学习态度	形成系统数学思维，具备创新探究与协作品质

高等数学学业质量标准的校本化建构，是结合学校办学定位、专业人才培养要求与学生特点，构建贴合本校实际的质量标准体系，其核心内涵涵盖知识、能力、素养三个维度。通过梳理教学目标、拆解素养要求、制定分层标准、完善实施细则的建构路径，能够确保标准的科学性、针对性与可操作性。校本化的学业质量标准不仅能够指导教学内容设计、规范教学过程、优化评价方式，还能为学生的学习与发展提供明确指引，推动高等数学教学质量与人才培养质量的持续提升，为学习评价体系改革提供坚实支撑。

第四节 评价结果反馈与教学改进机制

学习评价的核心价值不仅在于“评价”，更在于“反馈与改进”，评价结果反馈是连接学习评价与教学改进的关键环节，教学改进机制是实现“评价促教学、评价促发展”的核心保障。传统高等数学学习评价往往存在“重评价、轻反馈、无改进”的弊端，评价结果难以有效指导学生学习与教师教学，导致评价流于形式。构建科学合理的评价结果反馈机制与教学改进机制，实现评价结果的及时反

馈、精准分析与有效应用，形成“评价—反馈—改进”的良性闭环，能够推动学生学习成效与教学质量同步提升。

一、评价结果反馈的重要性与实施原则、方式

评价结果反馈是学习评价的延伸，是将评价信息传递给学生与教师，引导学生改进学习、教师优化教学的重要手段，其重要性不言而喻。实施评价结果反馈，需遵循科学的原则，采用多样化的方式，确保反馈的及时性、具体性与针对性，充分发挥反馈的指导作用。

（一）评价结果反馈的重要性

评价结果反馈的重要性主要体现在三个方面，为反馈机制的构建提供了核心依据。一是帮助学生明确学习不足，调整学习策略。通过评价结果反馈，学生能够清晰了解自己在知识掌握、能力运用、素养发展等方面的优势与不足，明确自己的学习差距，进而调整学习计划、优化学习策略，有针对性地弥补知识漏洞、提升能力水平，实现自我提升。二是帮助教师掌握教学效果，优化教学实践。评价结果反馈能够为教师提供精准的教学反馈，让教师清晰地了解教学过程中存在的问题，如教学内容难度不适、教学方法单一、实践环节不足等，进而调整教学内容、优化教学方法、完善教学环节，提升教学质量。三是推动评价体系完善，形成良性闭环。评价结果反馈能够发现评价过程中存在的问题，如评价标准不科学、评价方式不合理等，为评价体系的优化完善提供依据，推动形成“评价—反馈—改进—再评价”的良性闭环，提升评价体系的科学性与实效性。

（二）评价结果反馈的原则

实施评价结果反馈，需遵循“及时、具体、针对性”三大原则，确保反馈的有效性与指导性，避免反馈流于形式。一是及时性原则，评价结果反馈要及时，在每一次考核、每一个教学阶段结束后，及时将评价结果反馈给学生与教师，避免反馈延迟导致学生无法及时调整学习策略、教师无法及时优化教学实践，确保反馈的时效性。二是具体性原则，评价结果反馈要具体，避免笼统的评价，要明确指出学生在知识、能力、素养等方面的具体优势与不足，明确教师在教学过程中的具体问题，提供具体、可操作的改进建议，让学生与教师能够清晰地了解改进方向。三是针对性原则，评价结果反馈要贴合学生的个体差异与教师的教学实际，针对不同层次学生的学习情况，提供个性化的反馈与改进建议；针对不同教

师的教学特点,提供针对性的教学改进指导,确保反馈的针对性与实用性。

（三）评价结果反馈的方式

结合高等数学教学实际与评价形式,采用多样化的评价结果反馈方式,兼顾集体反馈与个体反馈、口头反馈与书面反馈,确保反馈的全面性与针对性。一是口头反馈,主要用于课堂表现评价、作业评价、阶段性测试等环节,教师通过课堂点评、个别谈话等方式,及时向学生反馈评价结果,肯定学生的进步,指出存在的问题,提出改进建议。例如,课堂上对学生的回答、讨论表现进行即时口头反馈,课后与学习困难的学生进行个别谈话,反馈其学习情况,给予针对性指导。二是书面反馈,主要用于作业评价、项目报告评价、终结性评价等环节,教师通过作业反馈表、评价报告、试卷分析报告等书面形式,向学生与教师反馈评价结果。书面反馈要具体、详细,明确评价要点、存在的问题与改进建议,便于学生与教师随时查阅、参考。三是一对一反馈,主要用于针对学生的个性问题与教师的教学问题,进行一对一的沟通与反馈,深入分析问题原因,提供个性化的改进建议。例如,针对学生的个性化知识漏洞,进行一对一辅导与反馈;针对教师教学中的具体问题,进行一对一交流与指导,提升反馈的针对性与实效性。

二、评价结果与教学改进的联动机制

构建评价结果与教学改进的联动机制,是实现“以评促教”的核心,通过对评价结果的精准分析,将评价信息转化为教学改进的具体措施,实现评价结果与教学改进的深度融合,推动教学质量的持续提升。

（一）评价结果的精准分析

评价结果的精准分析是联动机制的基础,需对过程性评价、终结性评价、实践评价的结果进行全面、系统地分析,挖掘评价结果背后的问题与原因,为教学改进提供精准依据。分析内容主要包括三个方面:一是学生层面,分析学生在知识掌握、能力运用、素养发展等方面的整体情况与个体差异,明确学生的共性问题与个性问题,如哪些知识点掌握不牢固、哪些能力存在薄弱环节、不同层次学生的学习差距等,分析问题产生的原因,如学习态度、学习方法、基础水平等;二是教学层面,分析教学内容、教学方法、教学环节等方面存在的问题,如教学内容难度是否适中、教学方法是否贴合学生特点、实践环节是否充足等,分析问题产生的原因,如教学计划、教师能力、教学资源等;三是评价层面,分析评价

标准、评价方式、评价流程等方面存在的问题，如评价标准是否科学、评价方式是否多元化、评价流程是否规范等，为评价体系的优化完善提供依据。

（二）联动机制的核心内容

评价结果与教学改进的联动机制，核心是将评价结果分析得出的问题，转化为具体的教学改进措施，实现“问题导向、精准改进”，其核心内容体现在三个方面。一是针对学生的共性问题，优化教学内容与教学方法。例如，若评价结果显示学生对微分方程知识点掌握不牢固，教师可调整教学内容，增加微分方程的讲解时间与练习强度，优化教学方法，采用案例教学法、探究式教学法，帮助学生理解知识点；若学生的实践能力薄弱，可增加实践教学环节，设计更多贴合实际的实践任务，提升学生的实践能力。二是针对学生的个体差异，实施个性化教学辅导。例如，针对基础薄弱的学生，开展课后辅导、一对一指导，重点弥补知识漏洞、提升基础应用能力；针对基础较好的学生，布置拓展性作业、探究性项目，引导其提升创新能力与综合应用能力，实现因材施教。三是针对评价体系存在的问题，优化评价标准与评价方式。例如，若评价结果显示评价标准不够科学，可结合教学实际与人才培养要求，调整评价标准，完善评价要点；若评价方式过于单一，可增加口试、实践操作等考核形式，提升评价的全面性与客观性。

（三）联动机制的运行流程

评价结果与教学改进联动机制的运行，遵循“评价实施—结果分析—问题梳理—改进落实—效果检验”的流程，形成闭环运行，确保教学改进的实效性。第一步，实施多元化评价，收集过程性评价、终结性评价、实践评价的各类数据与结果；第二步，对评价结果进行全面、精准地分析，梳理学生、教学、评价三个层面存在的问题与原因；第三步，根据梳理的问题，制定具体的教学改进方案与评价优化方案，明确改进目标、改进措施、责任主体与时间节点；第四步，落实改进措施，教师根据改进方案，优化教学内容、教学方法与教学环节，实施个性化辅导；评价小组根据优化方案，完善评价标准与评价方式；第五步，通过后续的评价实施，检验教学改进与评价优化的效果，若效果不佳，及时调整改进方案，形成“评价—反馈—改进—再评价”的良性闭环。

三、教学改进的实施路径

结合评价结果分析得出的问题，制定科学合理的教学改进实施路径，明确改进方向与具体措施，确保教学改进落地见效，推动教学质量的持续提升。

（一）开展教学反思，明确改进方向

教学反思是教学改进的前提，教师要结合评价结果，定期开展教学反思，总结教学过程中的经验与不足，明确教学改进的方向。教学反思的内容主要包括：教学目标是否达成、教学内容是否贴合学生需求、教学方法是否有效、教学环节是否完善、学生的学习效果是否理想等。通过教学反思，教师能够清晰地认识到自己在教学过程中的问题，如教学方法单一、对学生的关注不足等，进而明确教学改进的方向与重点，为制定改进措施提供依据。同时，鼓励教师之间相互交流反思经验，相互借鉴、相互启发，提升教学反思的深度与效果。

（二）调整教学策略，优化教学实践

根据教学反思与评价结果分析得出的问题，调整教学策略，优化教学实践，提升教学效果。一是优化教学内容，结合学生的知识漏洞与专业需求，调整教学内容的深度与广度，增加贴合实际应用的教学内容，删减冗余内容，构建科学合理的教学内容体系。例如，针对评价结果中反映的学生对抽象知识点理解困难的问题，可增加具象化案例、生活实例与专业相关案例，将抽象数学知识与实际应用场景结合，降低理解难度；针对不同专业的需求差异，细化教学内容模块，工科专业侧重工程计算、数值分析等内容，经管类专业侧重数据分析、优化决策等内容，确保教学内容与专业人才培养需求高度契合。二是创新教学方法，打破传统“讲授式”教学的局限，结合学生的学习特点与教学内容，采用探究式教学、案例教学、小组合作教学、线上线下混合式教学等多种教学方法，激发学生的学习兴趣与主动性。例如，在讲解积分应用时，采用案例教学法，引入工程测量、经济核算等实际案例，引导学生主动分析问题、解决问题；在讲解复杂知识点时，采用小组合作教学法，让学生通过小组讨论、分工探究，共同突破学习难点，培养协作能力与探究能力。三是完善教学环节，优化课前预习、课堂教学、课后巩固的全流程，确保教学环节的连贯性与实效性。课前，通过预习任务单、线上微课等形式，引导学生提前了解教学内容，带着问题进入课堂；课堂上，注重师生互动、生生互动，增加课堂练习、课堂提问的频次，及时掌握学生的学习状态，

针对性调整教学节奏；课后，布置分层作业、拓展性任务，搭配线上答疑、线下辅导，帮助学生巩固知识、提升能力，形成“课前预习—课堂探究—课后巩固”的完整教学闭环。

（三）优化资源配置，强化教学保障

教学资源是教学改进的重要支撑，结合评价结果反映的教学资源不足、资源适配性不强等问题，优化资源配置，强化教学保障，为教学改进提供有力支撑。一是完善教学硬件资源，配备充足的多媒体教学设备、数学实验室、计算机设备等，满足课堂教学、实践教学的需求；引入 MATLAB、Python、SPSS 等数学软件，搭建数学实践教学平台，让学生通过软件操作，提升实践应用能力与数据处理能力。二是丰富教学软件资源，整合线上教学资源，搭建线上教学平台，上传微课视频、教学课件、习题题库、案例资料等，方便学生随时随地进行自主学习、复习巩固；收集整理不同专业、不同难度的教学案例、探究项目，建立教学案例库，为教学方法创新与教学内容优化提供支撑。三是加强教学资源的适配性，结合学生的个体差异与专业需求，分类整理教学资源，针对基础薄弱的学生，提供基础型资源，如知识点讲解微课、基础习题等；针对基础较好的学生，提供拓展型资源，如复杂案例、探究性项目、数学建模资料等，确保教学资源能够满足不同层次学生的学习需求，提升资源利用效率。

（四）加强教师交流，提升教学能力

教师的教学能力是教学改进落地见效的关键，结合评价结果反映的教师教学方法单一、专业能力不足等问题，加强教师交流与培训，提升教师的教学能力与专业素养。一是建立常态化教师交流机制，定期开展教学研讨会、公开课、示范课等活动，让教师相互交流教学经验、分享教学心得，探讨教学过程中存在的问题与解决方法，相互借鉴、相互提升；鼓励教师跨专业交流，了解不同专业对高等数学的教学需求，优化教学内容与教学方法，提升教学的针对性与实用性。二是加强教师培训，结合教学改进需求，开展针对性的培训活动，如教学方法培训、数学软件操作培训、数学建模培训等，提升教师的教学技能与专业能力；邀请行业专家、教学名师开展讲座，分享先进的教学理念与教学经验，引导教师更新教学观念，创新教学模式。三是建立教师教学考核与激励机制，将教学改进成效、学生评价结果纳入教师教学考核体系，对教学改进效果显著的教师给予表彰与激励，激发教师参与教学改进的积极性与主动性，推动教师不断提升教学能力，助

力教学质量提升。

评价结果反馈与教学改进机制是高等数学学习评价体系改革的重要组成部分，通过明确评价结果反馈的重要性、遵循科学的反馈原则、采用多样化的反馈方式，能够确保评价信息的及时传递与精准应用。构建评价结果与教学改进的联动机制，通过精准分析评价结果、明确联动核心内容、规范运行流程，实现评价结果与教学改进的深度融合。依托开展教学反思、调整教学策略、优化资源配置、加强教师交流的实施路径，能够将评价反馈的问题转化为具体的教学改进措施，形成“评价—反馈—改进”的良性闭环。这一机制不仅能够帮助学生及时改进学习、提升学习成效，还能推动教师优化教学实践、提升教学质量，为高等数学学习评价体系改革提供有力保障，推动高等数学教学质量与人才培养质量的持续提升。

第九章 教师专业发展与教学能力提升

第一节 高等数学教师的知识结构更新

新时代高等数学教学改革的核心是实现“以学为中心”的转型，推动数学知识与专业应用、信息技术、跨学科领域的深度融合，这就要求高等数学教师打破传统知识结构的局限，构建适配改革需求、兼具深度与广度的综合知识体系。知识结构的更新不仅是教师自身专业成长的必然要求，更是推动教学内容优化、教学方法创新、提升教学质量的重要前提，直接关系到高等数学教学改革的成效与复合型人才培养目标的实现。

一、新时代高等数学教师应具备的知识结构

新时代高等数学教师的知识结构应呈现“核心突出、多维支撑、动态更新”的特点，以数学学科专业知识为核心，以教育教学理论知识、信息技术应用知识、跨学科知识为支撑，形成全方位、多层次的知识体系，满足教学改革与人才培养的多元化需求。

（一）数学学科专业知识

数学学科专业知识是高等数学教师的立身之本，是开展教学活动、引导学生探究的核心基础，其深度与广度直接决定教学的专业性与科学性。新时代高等数学教师的学科专业知识不仅要涵盖高等数学核心内容，还要兼顾知识的系统性、前沿性与应用性，打破传统教学中“重理论、轻应用”的知识局限。核心内容应包括函数、极限、导数、积分、向量、微分方程、概率统计等基础知识点，同时要深入理解各知识点之间的内在联系，构建完整的数学知识体系，能够精准把握教学重点与难点，灵活应对教学中的各类问题。此外，还需关注数学学科的前沿发展，了解数学建模、数值分析、应用数学等领域的最新研究成果，掌握数学思想方法的本质，将前沿知识与基础教学有机结合，引导学生认识数学的应用价值与发展前景。同时，要结合不同专业的人才培养需求，熟悉高等数学知识在工科、

经管、理科等不同领域的应用场景，确保教学内容与专业需求高度契合，实现“学用结合”。

（二）教育教学理论知识

教育教学理论知识是高等数学教师将学科知识转化为教学能力的关键，是提升教学效果、推动教学改革的重要支撑。新时代高等数学教师需摆脱“重学科、轻教育”的认知误区，系统掌握教育教学相关理论，将先进的教学理念融入教学实践，实现教学方法的创新与优化。核心内容应包括教育学、心理学、教学论、课程论等基础理论，了解学生的认知规律、学习特点与心理需求，能够根据学生的个体差异设计个性化教学方案，实施因材施教。同时，要掌握新时代高等教育教学改革核心理念，如“以学生为中心”“产出导向”“过程性评价”等，熟悉高等数学课程改革的目标与要求，能够将课程改革理念转化为具体的教学行为，优化教学环节、创新教学模式。此外，还需掌握教学评价、教学反思、教学设计等实用技能，能够科学设计教学流程、精准开展教学评价、及时进行教学反思，不断提升教学的针对性与实效性。

（三）信息技术应用知识

随着信息技术与教育教学的深度融合，信息技术应用能力已成为新时代高等数学教师的必备技能，也是推动教学方法创新、提升教学质量的重要手段。高等数学教师需主动学习并掌握相关信息技术知识，将信息技术与高等数学教学有机结合，打破传统教学的时空局限，丰富教学形式、提升教学效率。核心内容应包括多媒体教学设备的操作与应用，如课件制作、投影、直播等，能够熟练运用多媒体工具呈现抽象的数学知识，降低学生的理解难度；掌握数学软件的操作与应用，如 MATLAB、Python、SPSS 等，能够运用软件开展函数绘图、极限计算、数据处理、数学建模等教学活动，提升学生的实践能力；了解线上教学平台的运营与管理，如学习通、雨课堂等，能够搭建线上线下混合式教学模式，开展课前预习、课堂互动、课后巩固等全流程教学活动，实现教学的常态化与多元化。同时，要关注信息技术在教育领域的前沿应用，如人工智能、大数据等，探索其在高等数学教学中的应用场景，推动教学模式的创新升级。

（四）跨学科知识

新时代复合型人才要求高等数学教学打破学科壁垒，实现与其他学科的深度融合，这就要求高等数学教师具备一定的跨学科知识，能够搭建数学知识与

其他学科的桥梁,提升教学的应用性与针对性。高等数学教师的跨学科知识应围绕学校的专业设置与人才培养需求,重点掌握与高等数学密切相关的学科知识,形成“数学+专业”的知识结构。例如,针对工科专业学生,需了解工程力学、机械设计、电子信息等相关学科的基础理论,掌握数学知识在工程计算、工程优化中的应用方法;针对经管类专业学生,需了解经济学、管理学、统计学等相关学科的核心内容,熟悉数学知识在经济分析、决策优化中的应用场景;针对理科专业学生,需了解物理、化学、生物等相关学科的研究方法,掌握数学知识在科学研究中的应用技巧。此外,还需关注人文社科类知识,如哲学、美学、心理学等,提升自身的人文素养,将人文教育与数学教学有机结合,培养学生的综合素养。

二、教师知识结构更新的路径

知识结构的更新是一个持续推进、动态优化的过程,高等数学教师需结合自身专业发展需求与教学改革要求,主动探索科学有效的更新路径,不断拓宽知识视野、提升知识素养,实现知识结构的迭代升级。

(一) 参与专业培训

专业培训是教师知识结构更新的重要途径,能够帮助教师快速掌握前沿知识、提升专业技能,契合教学改革与专业发展的需求。高等数学教师应主动参与各类专业培训活动,包括学校组织的校本培训、教育部门组织的专项培训、行业协会组织的技能培训等,聚焦知识更新的重点与难点,提升培训的针对性与实效性。培训内容应重点围绕数学学科前沿知识、教育教学改革理念、信息技术应用技能、跨学科融合方法等,通过专题讲座、案例分析、实操训练等形式,帮助教师系统学习相关知识与技能,解决教学实践中遇到的问题。同时,要注重培训后的消化与应用,将培训所学知识融入教学实践,通过教学反思、教学实践不断巩固培训成果,实现知识向能力的转化。此外,还可以参与国内外高水平的培训项目,学习先进的教学理念与教学方法,拓宽国际视野,提升自身的专业竞争力。

(二) 开展学术研究

学术研究是推动教师知识结构更新、提升专业素养的核心路径,能够帮助教师深入探究数学学科前沿、教学改革难点,实现知识的深化与拓展。高等数学教师应树立“以研促学、以研促教”的理念,主动开展学术研究活动,聚焦数学学科发展与教学改革中的重点、难点问题,开展深入研究。研究方向可结合自身教

学实践与专业特长，包括数学学科理论研究、高等数学教学方法研究、数学应用研究、跨学科融合研究等，通过查阅文献、开展实验、案例分析等方法，积累研究经验、提升研究能力。同时，要积极参与科研项目，包括校级、省级、国家级科研项目，与同行专家开展合作研究，借助团队力量提升研究水平，产出高质量的研究成果。通过学术研究，教师能够及时掌握数学学科的前沿动态与研究成果，拓宽知识视野，深化对数学知识与教学规律的理解，实现知识结构的优化与更新。

（三）研读前沿文献

研读前沿文献是教师了解学科发展动态、更新知识结构的便捷途径，能够帮助教师快速获取最新的学术成果、教学理念与研究方法，及时弥补自身知识短板。高等数学教师应养成定期研读前沿文献的习惯，聚焦数学学科、教育教学、信息技术、跨学科融合等领域的核心期刊与重要文献，包括国内外核心期刊、会议论文、学位论文等，重点关注与自身教学、研究相关的内容，提取有用信息、总结研究成果。在研读文献的过程中，要注重批判性思考，结合自身教学实践与研究需求，借鉴文献中的先进理念与方法，避免盲目跟风，形成自身的知识体系与教学思路。同时，要做好文献积累与整理工作，建立个人文献库，定期回顾与总结，将文献中的知识与自身教学实践有机结合，实现知识的更新与应用。此外，还可以通过参加文献研读会、学术研讨会等活动，与同行交流文献研读心得，相互借鉴、相互提升。

（四）参与跨学科交流

跨学科交流是拓宽教师知识视野、提升跨学科融合能力的重要路径，能够帮助教师打破学科壁垒，了解不同学科的知识体系与应用场景，实现知识的跨界融合。高等数学教师应主动参与各类跨学科交流活动，包括跨学科教研活动、学术论坛、合作项目等，与其他学科的教师、专家开展深入交流与合作。例如，与工科、经管、理科等学科的教师开展联合教研，探讨数学知识在不同学科中的应用方法，优化教学内容与教学方法；参与跨学科合作项目，结合不同学科的需求，开展数学应用研究，提升自身的跨学科知识应用能力。同时，要主动学习其他学科的基础理论与研究方法，了解不同学科的人才培养需求，将跨学科知识融入高等数学教学，实现数学教学与专业需求的深度融合。通过跨学科交流，教师能够拓宽知识视野，完善知识结构，提升跨学科融合能力，更好地满足复合型人才培养的需求。

三、知识结构更新的针对性

教师知识结构的更新并非盲目推进，而是要结合教学改革需求与自身专业发展方向，突出重点、精准发力，确保知识结构更新的针对性与实效性，避免“面面俱到、泛而不精”的问题，实现知识结构与教学需求、专业发展的精准匹配。

（一）结合教学改革需求更新知识结构

新时代高等数学教学改革的核心需求是实现“以学生为中心”的转型，推动教学内容优化、教学方法创新、评价方式改革，提升教学的应用性与针对性。高等数学教师在更新知识结构时，应紧密结合这些改革需求，重点弥补自身知识短板，提升适配改革的能力。例如，针对教学内容优化的需求，重点更新数学学科前沿知识与跨学科应用知识，增加贴合专业需求与实际应用的教学内容，打破传统教学中“重理论、轻应用”的局限；针对教学方法创新的需求，重点更新教育教学理论知识与信息技术应用知识，掌握探究式教学、案例教学、线上线下混合式教学等先进教学方法，提升教学的趣味性与实效性；针对评价方式改革的需求，重点更新过程性评价、多元化评价相关知识，掌握评价工具的使用方法，提升教学评价的科学性与全面性。通过结合教学改革需求更新知识结构，能够确保教师的知识体系与改革方向保持一致，更好地推动教学改革落地见效。

（二）结合专业发展方向更新知识结构

不同教师的专业发展方向存在差异，有的侧重教学能力提升，有的侧重学术研究，有的侧重跨学科融合，教师在更新知识结构时，应结合自身的专业发展方向，明确更新重点，实现个性化发展。例如，侧重教学能力提升的教师，应重点更新教育教学理论知识、信息技术应用知识与教学方法相关知识，提升教学设计、教学实施、教学评价的能力；侧重学术研究的教师，应重点更新数学学科前沿知识、科研方法相关知识，深化对数学理论与应用的研究，提升科研能力；侧重跨学科融合的教师，应重点更新跨学科知识与跨学科应用方法，加强与其他学科的交流与合作，提升跨学科融合教学与研究的能力。同时，教师应根据自身的发展阶段，制定个性化的知识更新计划，明确短期与长期目标，逐步优化知识结构，实现专业成长。

（三）重点提升信息技术应用能力与跨学科融合能力

结合新时代高等数学教学改革的趋势与复合型人才的需求，教师知识结

构更新应重点聚焦信息技术应用能力与跨学科融合能力的提升，这两大能力是当前教师专业发展的薄弱环节，也是推动教学改革、提升教学质量的关键。在信息技术应用能力提升方面，教师应主动学习数学软件、线上教学平台、人工智能等相关技术，熟练掌握信息技术在教学中的应用方法，能够运用信息技术呈现抽象数学知识、开展实践教学、实施线上线下混合式教学，提升教学效率与质量；在跨学科融合能力提升方面，教师应主动学习相关学科知识，参与跨学科交流与合作，探索数学知识与其他学科的融合点，将跨学科知识融入教学实践，培养学生的跨学科应用能力与综合素养。通过重点提升这两大能力，能够有效优化教师的知识结构，增强教师的专业竞争力，更好地适应新时代高等数学教学改革的需求。

新时代高等数学教师应构建以数学学科专业知识为核心，以教育教学理论知识、信息技术应用知识、跨学科知识为支撑的综合知识体系，满足教学改革与复合型人才的需求。通过参与专业培训、开展学术研究、研读前沿文献、参与跨学科交流等路径，能够实现知识结构的动态更新与优化。同时，知识结构的更新需结合教学改革需求与自身专业发展方向，重点提升信息技术应用能力与跨学科融合能力，确保更新的针对性与实效性，助力教师实现专业成长，为高等数学教学改革提供坚实的人才支撑。

第二节 教学研究能力的培养路径

教学研究能力是高等数学教师专业素养的核心组成部分，是教师实现教学创新、提升教学质量、推动教学改革的重要支撑。新时代高等数学教学改革不断深化，对教师的教学研究能力提出了更高要求，要求教师从“教书匠”向“研究型教师”转型，能够主动从教学实践中发现问题、研究问题、解决问题，以研究成果推动教学改革，实现“以研促教”。培养高等数学教师的教学研究能力，不仅能够提升教师的专业竞争力，还能推动高等数学教学质量的持续提升，助力复合型人才目标的实现。

一、高等数学教师教学研究能力的核心构成

高等数学教师的教学研究能力是一个综合性的能力体系，涵盖多个维度，核心构成包括教学问题研究、教学方法创新、教学成果总结、教学论文撰写四个方

面,各方面相互衔接、协同发力,共同构成教师教学研究能力的核心框架。

（一）教学问题研究能力

教学问题研究能力是教学研究能力的基础,是教师开展教学研究的前提,指教师能够从高等数学教学实践中发现真实存在的教学问题,运用科学的研究方法对问题进行深入分析、探究,提出合理解决方案的能力。高等数学教学实践中存在诸多问题,如学生对抽象知识点理解困难、教学方法单一、实践教学不足、评价方式不合理等,教师需具备敏锐的问题意识,能够及时捕捉这些教学问题,明确问题的核心与本质,避免“伪问题”“假问题”。同时,要掌握科学的研究方法,如文献研究法、案例分析法、行动研究法、问卷调查法等,能够运用这些方法对教学问题进行系统分析,探究问题产生的原因,提出针对性的解决方案,并通过教学实践检验方案的有效性,不断优化解决策略。教学问题研究能力的核心是“立足实践、聚焦问题、科学探究”,能够帮助教师解决教学实践中的实际问题,提升教学的针对性与实效性。

（二）教学方法创新能力

教学方法创新能力是教学研究能力的核心,指教师能够结合高等数学的教学特点、学生的学习规律与教学改革需求,突破传统教学方法的局限,探索并运用新颖、有效的教学方法,提升教学效果的能力。传统高等数学教学多采用“讲授式”教学,存在教学形式单一、学生主动性不强、教学效果不佳等问题,新时代教学改革要求教师创新教学方法,实现“以学生为中心”的教学转型。教师需具备教学方法创新能力,能够主动学习先进的教学理念与教学方法,结合高等数学的教学内容与学生的学习特点,探索适配的教学方法,如探究式教学、案例教学、小组合作教学、线上线下混合式教学、翻转课堂等。同时,要能够根据教学实践的反馈,不断优化教学方法,结合不同的教学内容、不同层次的学生,灵活调整教学方法,实现教学方法的个性化与多样化,激发学生的学习兴趣与主动性,提升教学质量。

（三）教学成果总结能力

教学成果总结能力是教学研究能力的重要组成部分,指教师能够对自身的教学实践、教学研究成果进行系统梳理、总结与提炼,形成具有规律性、可推广性的教学经验与成果的能力。教学实践与教学研究的过程中,教师会积累大量的教学经验、教学案例、研究数据等,这些都是宝贵的教学成果,需要教师进行系统

总结与提炼。教师需具备较强的总结能力，能够对教学实践中的成功经验、失败教训进行梳理，总结出具有普遍性、规律性的教学规律与方法；能够对教学研究成果进行提炼，将研究过程、研究结论、实践效果进行系统整理，形成可推广、可借鉴的教学成果。同时，要能够结合教学改革需求，将总结的教学成果与教学实践相结合，不断优化教学实践，推动教学质量的提升，同时为其他教师提供借鉴与参考。

（四）教学论文撰写能力

教学论文撰写能力是教学研究能力的外在体现，指教师能够将教学研究成果、教学经验、教学思考等通过论文的形式进行系统表达、总结与传播的能力。教学论文是教师教学研究成果的重要载体，也是教师专业成长的重要标志，能够帮助教师梳理教学研究思路、深化教学研究成果、提升专业影响力。高等数学教师需具备较强的教学论文撰写能力，能够熟练掌握论文的撰写规范与技巧，明确论文的结构、思路与重点，将教学研究过程、研究方法、研究结论、实践效果等清晰、准确地表达出来。同时，要能够结合数学学科特点与教学改革方向，选择合适的论文选题，确保论文的针对性与实用性；能够查阅相关文献，借鉴先进的研究成果，提升论文的学术水平；能够对论文进行反复修改与完善，确保论文的质量，争取在核心期刊、省级期刊等发表，实现教学研究成果的传播与推广。

能力类型	核心内涵	关键要求
教学问题研究能力	从教学实践中发现问题、分析问题、解决问题的能力	具备敏锐的问题意识，掌握科学研究方法，能提出针对性解决方案并检验效果
教学方法创新能力	突破传统教学方法，探索适配教学需求的新颖教学方法的能力	熟悉先进教学理念，结合教学内容与学生特点，灵活运用多种教学方法并优化
教学成果总结能力	梳理、提炼教学实践与研究成果，形成可推广经验的能力	能系统总结成功经验与失败教训，提炼规律性教学方法，实现成果转化
教学论文撰写能力	将教学研究成果通过论文形式表达、传播的能力	掌握论文撰写规范，选题贴合需求，学术水平达标，能实现成果传播推广

二、教学研究能力的培养路径

高等数学教师教学研究能力的培养是一个长期、系统的过程，需要结合教师的教学实践与专业发展需求，探索科学有效的培养路径，通过多种方式激发教师的研究热情，积累研究经验，提升研究能力，推动教师从“教书匠”向“研究型教师”转型。

（一）参与教学改革项目

参与教学改革项目是培养教师教学研究能力的重要途径，能够让教师深度参与教学改革实践，在实践中发现问题、研究问题、解决问题，积累研究经验，提升研究能力。高等数学教师应主动参与各类教学改革项目，包括校级、省级、国家级教学改革项目，聚焦高等数学教学改革的重点、难点问题，如教学内容优化、教学方法创新、评价方式改革、实践教学完善等，参与项目的设计、实施、总结等全过程。在项目实施过程中，教师能够与同行专家开展合作研究，学习先进的研究方法与教学理念，提升自身的问题研究能力、教学创新能力与成果总结能力。同时，通过参与教学改革项目，教师能够将研究成果直接应用于教学实践，检验研究效果，实现“以研促教”，推动教学质量与研究能力的同步提升。此外，学校应加大对教学改革项目的支持力度，鼓励教师参与项目研究，为教师提供必要的经费、资源与指导，激发教师的研究热情。

（二）开展校本教研

校本教研是立足学校教学实际，聚焦教学实践中的具体问题，由教师自主开展的教学研究活动，是培养教师教学研究能力的重要载体，具有针对性、实用性、实践性的特点。高等数学教师应积极参与学校组织的校本教研活动，结合自身教学实践中的问题，开展专题研究、案例研讨、教学反思等活动。例如，围绕“学生对抽象知识点理解困难”这一问题，开展专题教研，探讨解决策略；围绕“探究式教学在高等数学中的应用”，开展案例研讨，分享教学经验；定期进行教学反思，总结教学实践中的成功经验与失败教训，形成教学反思报告，不断优化教学实践。同时，教师可以组建校本教研小组，与同年级、同学科的教师开展合作研究，相互交流、相互借鉴、相互提升，形成教研合力，提升校本教研的效果。通过开展校本教研，教师能够立足教学实际，提升教学研究的针对性与实效性，积累研究经验，逐步提升教学研究能力。

（三）组建教研团队

组建教研团队是提升教师教学研究能力的重要保障，能够整合团队资源，发挥团队优势，帮助教师快速提升研究能力，形成研究合力。高等数学教师应积极参与教研团队建设，与同行教师组建专业的教研团队，明确团队研究方向，聚焦高等数学教学研究的重点问题，开展协同研究。教研团队应注重结构优化，吸纳不同发展阶段、不同研究特长的教师，形成老中青结合、优势互补的团队结构；

明确团队分工，让每位教师都能发挥自身的特长，参与到研究活动中；建立常态化的团队研讨机制，定期开展学术交流、案例分享、研究汇报等活动，相互交流研究经验、探讨研究难点，提升团队整体的研究水平。同时，教研团队可以邀请校外专家进行指导，学习先进的研究方法与教学理念，拓宽研究视野，提升研究能力。通过组建教研团队，教师能够在团队中相互学习、相互促进，快速积累研究经验，提升教学研究能力，实现专业成长。

（四）参加学术交流活动

参加学术交流活动是拓宽教师研究视野、提升教学研究能力的重要途径，能够让教师了解国内外高等数学教学研究的前沿动态与先进成果，借鉴同行的研究经验，激发研究灵感。高等数学教师应主动参加各类学术交流活动，包括学术会议、研讨会、讲座、培训等，聚焦高等数学教学研究的前沿方向，如数学建模教学、信息化教学、跨学科融合教学等，与国内外同行专家开展深入交流与探讨。在学术交流活动中，教师能够聆听专家的专题讲座，了解最新的研究成果与教学理念；参与学术研讨，分享自身的研究成果与教学经验，接受同行的点评与建议，优化研究思路；与同行建立合作关系，开展联合研究，提升研究水平。同时，教师应注重学术交流后的消化与应用，将所学的先进理念、研究方法融入自身的教学研究实践，不断优化研究思路、提升研究能力。此外，学校应鼓励教师参加高水平的学术交流活动，为教师提供必要的经费与支持，拓宽教师的研究视野。

三、教学研究与教学实践的结合

教学研究与教学实践是相互促进、辩证统一的关系，教学实践是教学研究的源泉与基础，教学研究是教学实践的提升与升华。培养高等数学教师的教学研究能力，关键在于推动教学研究与教学实践的深度结合，引导教师从教学实践中提炼研究课题，以研究成果推动教学改革，实现“以研促教、以教促研”的良性循环。

（一）从教学实践中提炼研究课题

教学实践是教学研究的源泉，只有立足教学实践，才能发现真实、有价值的研究课题，确保教学研究的针对性与实用性。高等数学教师应树立“问题即课题”的理念，主动从自身的教学实践中捕捉研究课题，聚焦教学实践中的重点、难点、热点问题，将其转化为研究课题。例如，在教学过程中发现学生对微分方程知识点理解困难，可将“微分方程教学方法优化研究”作为研究课题；发现线上线下

混合式教学在实践中存在诸多问题,可将“高等数学线上线下混合式教学模式优化研究”作为研究课题;发现实践教学与专业需求脱节,可将“高等数学实践教学与专业融合路径研究”作为研究课题。同时,教师应注重对教学实践中问题的积累与梳理,结合教学改革需求,筛选出具有研究价值、可操作性强的研究课题,确保研究课题贴合教学实际,能够解决教学实践中的实际问题。

(二) 以研究成果推动教学改革

教学研究的最终目的是推动教学改革、提升教学质量,教师应将研究成果及时应用于教学实践,通过教学实践检验研究成果的有效性,不断优化研究成果,实现研究成果的转化与应用。例如,通过研究优化了高等数学的教学方法,应将新的教学方法应用于课堂教学,观察教学效果,收集学生的反馈意见,不断调整优化教学方法;通过研究完善了高等数学的实践教学体系,应将研究成果应用于实践教学,优化实践教学内容、教学方法与评价方式,提升实践教学质量;通过研究形成了科学的教学评价体系,应将其应用于教学评价实践,实现评价方式的多元化与科学化。同时,教师应注重研究成果的总结与推广,将研究成果转化为教学经验、教学案例、教学论文等,分享给其他教师,推动整个高等数学教学质量提升。

(三) 实现“以研促教、以教促研”的良性循环

教学研究与教学实践的深度结合,能够实现“以研促教、以教促研”的良性循环。一方面,通过教学研究,教师能够深入探究教学规律、优化教学方法、解决教学问题,提升教学质量,实现“以研促教”;另一方面,通过教学实践,教师能够发现新的研究课题、积累研究数据、检验研究成果,推动教学研究的深入开展,实现“以教促研”。高等数学教师应主动打破“教学与研究脱节”的误区,将教学研究融入教学实践的全过程,在教学实践中开展研究,在研究中优化教学实践。例如,在开展教学活动的同时,注重观察学生的学习状态,收集教学反馈,发现教学问题,开展针对性研究;在开展研究活动的同时,将研究成果应用于教学实践,不断优化教学环节、提升教学效果,形成教学与研究相互促进、协同发展的良性循环,推动教师教学研究能力与教学质量的同步提升。

高等数学教师的教学研究能力核心涵盖教学问题研究、教学方法创新、教学成果总结、教学论文撰写四个方面,是教师专业成长的核心支撑。通过参与教学改革项目、开展校本教研、组建教研团队、参加学术交流活动等路径,能够有效

培养教师的教学研究能力，积累研究经验，推动教师向研究型教师转型。关键在于推动教学研究与教学实践的深度融合，引导教师从教学实践中提炼研究课题，以研究成果推动教学改革，实现“以研促教、以教促研”的良性循环，既提升教师的专业素养与教学能力，又推动高等数学教学质量的持续提升，为教学改革提供有力支撑。

第三节 教学团队建设的组织策略

高等数学教学团队是推动教学改革、提升教学质量、促进教师专业发展的核心力量，其建设水平直接关系到高等数学教学改革的成效与复合型人才培养目标的实现。新时代高等数学教学改革要求打破教师“单打独斗”的教学模式，构建协同高效的教学团队，通过团队协作、资源共享、优势互补，提升团队整体教学水平与研究能力。构建科学合理的教学团队组织策略，打造一支师德高尚、业务精湛、结构合理、协同高效的高等数学教学团队，是推动高等数学教学改革、提升教学质量的重要保障。

一、高等数学教学团队的建设目标

高等数学教学团队的建设目标应贴合新时代高等教育教学改革需求与高等数学教学特点，立足学校办学定位与人才培养目标，明确团队建设的核心方向，打造具有鲜明特色、协同高效的教学团队，为教学改革与人才培养提供有力支撑。

（一）师德高尚，践行育人使命

师德是教师的立身之本，也是教学团队建设的核心灵魂。高等数学教学团队的建设首先要明确师德建设目标，引导团队成员践行“立德树人”的根本任务，树立正确的教育观、学生观、教师观，具备高尚的道德情操、严谨的治学态度、强烈的责任意识与奉献精神。团队成员应关爱学生、尊重学生，注重言传身教，将思想政治教育与高等数学教学有机结合，培养学生的数学素养、科学素养与人文素养，引导学生树立正确的世界观、人生观、价值观。同时，团队应加强师德师风建设，建立师德考核机制，将师德表现纳入团队成员的考核评价体系，引导团队成员自觉践行师德规范，争做“四有”好老师，形成师德高尚、为人师表的团队氛围。

（二）业务精湛，提升教学能力

业务精湛是教学团队的核心竞争力，也是团队建设的核心目标之一。高等数学教学团队应聚焦教学能力提升，引导团队成员不断更新知识结构、提升教学技能、优化教学方法，具备扎实的数学学科专业知识、先进的教育教学理念、熟练的信息技术应用能力与较强的教学研究能力。团队成员能够精准把握高等数学教学重点与难点，灵活运用多种教学方法，开展高效课堂教学；能够结合教学改革需求，创新教学模式，优化教学内容，提升教学的针对性与实效性；能够开展教学研究，解决教学实践中的问题，以研究成果推动教学改革。同时，团队应注重整体教学水平的提升，通过传帮带、集体教研等方式，帮助青年教师快速成长，形成一支业务精湛、教学能力突出的团队。

（三）结构合理，实现优势互补

结构合理是教学团队协同高效运行的重要保障，高等数学教学团队应注重团队结构的优化，实现年龄、职称、专业特长、研究方向等方面的合理搭配，形成优势互补、协同发展的团队格局。在年龄结构方面，应形成老中青结合的梯队，老教师具备丰富的教学经验与深厚的学科功底，能够发挥传帮带作用，指导青年教师成长；中年教师具备较强的教学能力与研究能力，是团队的核心骨干；青年教师充满活力、勇于创新，能够为团队注入新的活力。在职称结构方面，应合理搭配教授、副教授、讲师、助教等不同职称的教师，确保团队既有高水平的学术引领，又有扎实的教学实施力量。在专业特长与研究方向方面，应兼顾教学型、研究型、实践型教师，涵盖数学理论研究、教学方法创新、信息技术应用、跨学科融合等不同方向，实现优势互补，提升团队的综合实力。

（四）协同高效，推动改革发展

协同高效是教学团队建设的重要目标，高等数学教学团队应注重团队协作，建立完善的协作机制，实现资源共享、优势互补、协同发力，推动教学改革与团队发展。团队成员应树立“团队意识”，主动参与团队协作，分享教学经验、教学资源与研究成果，共同解决教学实践中的问题；能够围绕教学改革目标，协同开展教学研究、教学创新、课程建设等工作，形成工作合力；能够建立高效的沟通机制，及时交流工作进展、分享工作心得，避免工作脱节，提升团队工作效率。同时，团队应注重协同创新，结合教学改革需求，共同探索教学新模式、新方法、新路径，推动高等数学教学改革落地见效，实现团队与教学改革的协同发展。

二、教学团队建设的组织策略

实现高等数学教学团队的建设目标，需要制定科学合理的组织策略，通过明确团队分工、开展集体备课、组织教学研讨、实施传帮带机制等方式，优化团队管理，提升团队整体实力，推动团队健康发展。

（一）明确团队分工，强化责任落实

明确的团队分工是团队协同高效运行的基础，高等数学教学团队应结合团队建设目标与成员的专业特长、研究方向，合理划分团队职责，明确每位成员的工作任务与责任分工，确保各项工作有序推进。团队应设立团队负责人，负责团队的整体规划、组织协调、资源整合与工作推进，统筹团队的教学、科研、建设等各项工作；根据工作需求，划分不同的工作小组，如课程建设小组、教学研究小组、信息技术应用小组、实践教学小组等，每个小组明确组长与成员，负责具体的工作任务。例如，课程建设小组负责高等数学课程体系优化、教学内容更新、课件制作等工作；教学研究小组负责教学方法创新、教学问题研究、教学成果总结等工作；信息技术应用小组负责线上教学平台建设、数学软件应用培训、信息化教学模式探索等工作。通过明确分工，让每位成员都能发挥自身的特长，明确工作目标与责任，避免工作推诿、重复劳动，提升团队工作效率。

（二）开展集体备课，提升教学质量

集体备课是提升教学团队整体教学水平的重要手段，能够实现教学资源共享、教学经验交流、教学难点突破，确保教学内容的统一性与教学方法的科学性。高等数学教学团队应建立常态化的集体备课机制，定期开展集体备课活动，聚焦教学重点、难点问题，共同探讨教学内容、教学方法、教学设计等方面的问题。集体备课应遵循“个人备课—集体研讨—修改完善—课堂实践—反馈优化”的流程，首先由每位教师根据教学大纲与教学要求，进行个人备课，梳理教学内容、设计教学方案；然后开展集体研讨，分享个人备课思路，探讨教学难点与解决策略，优化教学方案；最后由教师根据集体研讨结果，修改完善个人教学方案，应用于课堂教学，并及时收集教学反馈，进一步优化教学方案。通过集体备课，能够实现教学资源共享，统一教学标准，提升团队整体教学水平，确保不同教师的教学质量保持一致，同时促进教师之间的交流与合作，提升教师的教学能力。

（三）组织教学研讨，推动教学创新

教学研讨是推动教学创新、提升团队研究能力的重要途径，高等数学教学团队应建立常态化的教学研讨机制，定期组织教学研讨活动，聚焦教学改革中的重点、难点问题，开展深入探讨与交流。教学研讨活动的形式应多样化，包括专题研讨、案例分析、公开课、示范课、教学反思交流会等。例如，围绕“高等数学实践教学优化”开展专题研讨，探讨实践教学内容、教学方法、评价方式等方面的改革路径；围绕“探究式教学在高等数学中的应用”开展案例分析，分享优秀教学案例，探讨教学方法的优化策略；组织团队成员开展公开课、示范课，相互听课、评课，交流教学经验，提升教学能力；定期开展教学反思交流会，让团队成员分享教学实践中的成功经验与失败教训，相互借鉴、相互提升。通过教学研讨，能够激发团队成员的创新思维，推动教学方法与教学模式的创新，提升团队的教学研究能力，为教学改革提供有力支撑。

（四）实施传帮带机制，促进青年教师成长

青年教师是教学团队的未来与希望，实施传帮带机制，帮助青年教师快速成长，是提升教学团队整体实力的重要策略。高等数学教学团队应建立完善的传帮带机制，选拔教学经验丰富、业务精湛、师德高尚的老教师、骨干教师作为指导教师，与青年教师结成帮扶对子，明确帮扶目标、帮扶内容与帮扶方式，全方位指导青年教师成长。帮扶内容应涵盖教学技能、教学研究、师德师风等方面，例如，指导青年教师熟悉教学大纲、梳理教学内容、设计教学方案、开展课堂教学；指导青年教师开展教学研究，选题、查阅文献、撰写论文；引导青年教师践行师德规范，提升师德素养。帮扶方式应多样化，包括一对一指导、听课评课、共同备课、联合研究等，定期开展帮扶交流活动，及时解决青年教师在教学与研究中的问题。同时，团队应建立青年教师培养激励机制，鼓励青年教师主动学习、勇于创新，为青年教师提供培训、交流、研究的机会，促进青年教师快速成长为团队的核心骨干，优化团队年龄结构与人才梯队。

三、团队建设的特色化发展

高等数学教学团队的建设不应千篇一律，而应结合学校的办学定位、专业特点与教学改革方向，打造具有自身特色的教学团队，形成差异化优势，提升团队的核心竞争力，更好地适配学校的人才培养需求。

（一）结合学校专业特点打造特色团队

不同学校的办学定位与专业设置存在差异，高等数学教学团队应结合学校的专业特点，打造贴合专业需求的特色教学团队，提升教学的针对性与实用性。例如，应用型本科院校侧重培养应用型人才，教学团队可打造“实践导向型”教学团队，聚焦高等数学的实践应用，加强实践教学研究，优化实践教学体系，提升学生的实践应用能力；研究型本科院校侧重培养研究型人才，教学团队可打造“研究导向型”教学团队，聚焦数学学科前沿研究与教学研究，提升团队的科研能力与教学水平，培养学生的科研思维与创新能力；职业院校侧重培养技能型人才，教学团队可打造“技能导向型”教学团队，聚焦高等数学在职业技能中的应用，优化教学内容，提升学生的技能应用能力。同时，结合学校的优势专业，打造特色教学模块，如工科院校可打造“数学建模+工程应用”特色团队，经管院校可打造“数学+数据分析”特色团队，提升团队的特色优势。

（二）结合教学改革方向打造特色团队

新时代高等数学教学改革的核心方向是信息化教学、跨学科融合教学、实践教学等，教学团队应结合这些改革方向，打造具有时代特色的教学团队，推动教学改革落地见效。例如，结合信息化教学改革，打造“信息化教学团队”，聚焦线上线下混合式教学、数学软件应用、人工智能在教学中的应用等，提升团队的信息技术应用能力，创新信息化教学模式；结合跨学科融合教学改革，打造“跨学科融合教学团队”，加强与其他学科的交流与合作，探索数学知识与其他学科的融合路径，提升团队的跨学科融合教学能力；结合实践教学改革，打造“实践教学团队”，聚焦数学建模、实践实训、校企合作等，优化实践教学内容与教学方法，提升学生的实践应用能力。通过结合教学改革方向打造特色团队，能够让团队在教学改革中发挥引领作用，提升团队的核心竞争力。

（三）培育团队特色文化，增强团队凝聚力

特色文化是教学团队的精神内核，培育团队特色文化，能够增强团队的凝聚力与向心力，推动团队的健康发展。高等数学教学团队应结合自身的建设目标与特色，培育具有自身特点的团队文化，如“严谨治学、勇于创新、协同协作、立德树人”的团队文化，引导团队成员践行团队理念，形成共同的价值追求。团队应注重文化建设，通过开展团队建设活动、学术交流活动、文体活动等，增强团队成员之间的沟通与协作，营造团结友爱、互帮互助、积极向上的团队氛围；注

重团队品牌建设,打造团队的特色教学成果、研究成果,提升团队的影响力与知名度;鼓励团队成员勇于创新、大胆探索,形成勇于突破、精益求精的工作作风。通过培育团队特色文化,能够增强团队的凝聚力与向心力,激发团队成员的工作热情与创新活力,推动团队实现特色化、高质量发展。

高等数学教学团队建设的核心目标是打造一支师德高尚、业务精湛、结构合理、协同高效的团队,为教学改革与人才培养提供有力支撑。通过明确团队分工、开展集体备课、组织教学研讨、实施传帮带机制等组织策略,能够优化团队管理,提升团队整体实力,促进团队协同发展。同时,结合学校专业特点与教学改革方向,打造具有自身特色的教学团队,培育团队特色文化,能够提升团队的核心竞争力,推动教学团队实现特色化、高质量发展,为高等数学教学改革注入持续动力。

第四节 教师发展支持体系的构建

教师发展支持体系是推动高等数学教师专业成长、提升教学能力的重要保障,其核心是为教师提供全方位、个性化的支持与服务,解决教师专业发展中的困难与问题,激发教师的专业发展动力,助力教师实现从青年教师到骨干教师、资深教师的成长跨越。新时代高等数学教学改革对教师的专业素养与教学能力提出了更高要求,构建科学合理、贴合教师需求的发展支持体系,不仅能够提升教师的专业竞争力,还能推动高等数学教学质量的持续提升,为教学改革提供坚实的人才保障。

一、教师发展支持体系的核心内涵

高等数学教师发展支持体系是一个全方位、多层次的支持系统,涵盖培训支持、科研支持、激励支持、保障支持四个核心维度,各维度相互衔接、协同发力,为教师专业发展提供全流程、个性化的支持,助力教师实现专业成长。

(一) 培训支持

培训支持是教师发展支持体系的基础,核心是为教师提供多样化、针对性的培训服务,帮助教师更新知识结构、提升教学技能、优化教学方法,适配教学改革与专业发展的需求。培训支持应涵盖岗前培训、在岗培训、专项培训等多种形式,岗前培训主要针对新入职教师,帮助其熟悉高等数学教学大纲、教学要求、

教学流程，掌握基本的教学技能与方法，快速适应教学岗位；在岗培训主要针对在职教师，结合教学改革需求与教师专业发展方向，开展常态化培训，重点提升教师的信息技术应用能力、教学研究能力、跨学科融合能力等；专项培训主要针对教师专业发展中的薄弱环节，开展针对性的培训，如教学软件操作培训、教学论文撰写培训、跨学科知识培训等。培训内容应贴合教师的实际需求，采用专题讲座、案例分析、实操训练、学术交流等多种培训方式，确保培训的针对性与实效性，帮助教师快速提升专业素养与教学能力。

（二）科研支持

科研支持是教师发展支持体系的核心，核心是为教师开展教学研究、学术研究提供必要的资源与保障，激发教师的研究热情，提升教师的研究能力，推动教师向研究型教师转型。科研支持应涵盖经费支持、资源支持、指导支持等方面，经费支持主要是为教师开展科研项目、撰写论文、参加学术交流等提供必要的经费保障，包括科研项目经费、论文发表补贴、学术交流经费等；资源支持主要是为教师提供丰富的科研资源，如图书馆文献资源、数据库资源、科研设备资源等，方便教师查阅文献、开展研究；指导支持主要是为教师提供科研指导，邀请校外专家、校内骨干教师对教师的科研项目、论文撰写等进行指导，帮助教师解决研究中遇到的问题，提升研究水平。同时，学校应搭建科研交流平台，鼓励教师参与科研项目、学术交流活动，积累研究经验，提升科研能力。

（三）激励支持

激励支持是教师发展支持体系的动力，核心是通过完善的激励机制，激发教师的专业发展动力与工作积极性，鼓励教师主动参与教学改革、教学研究、专业成长，提升教学质量与研究水平。激励支持应涵盖精神激励与物质激励两个方面，精神激励主要包括表彰奖励、荣誉称号、职称晋升倾斜等，对教学效果突出、科研成果显著、专业发展迅速的教师给予表彰与奖励，授予“优秀教师”“教学标兵”“科研先进个人”等荣誉称号，在职称晋升、评优评先中给予倾斜；物质激励主要包括绩效工资补贴、科研奖励、培训补贴等，对教学改革成效显著、科研成果突出的教师给予相应的物质奖励，提升教师的工作积极性。同时，应建立科学的评价激励机制，将教学效果、科研成果、专业发展等纳入教师评价体系，确保激励的公平、公正、公开，激发教师的专业发展动力。

（四）保障支持

保障支持是教师发展支持体系的重要支撑，核心是为教师专业发展提供良好的工作环境、工作条件与政策保障，解决教师的后顾之忧，让教师能够全身心投入到教学与研究工作中。保障支持应涵盖工作条件保障、时间保障、政策保障等方面，工作条件保障主要是为教师提供良好的教学、科研环境，如完善的多媒体教学设备、数学实验室、科研工作室等，配备必要的教学、科研工具；时间保障主要是合理安排教师的教学任务，减少不必要的行政事务，为教师开展教学研究、专业学习提供充足的时间；政策保障主要是制定完善的教师专业发展政策，明确教师专业发展的目标、路径与支持措施，为教师专业发展提供政策指引，保障教师的合法权益，激发教师的专业发展积极性。

二、教师发展支持体系的构建路径

构建高等数学教师发展支持体系，需立足教师专业发展需求与高等数学教学改革要求，结合学校实际情况，从培训体系优化、科研支持强化、激励机制完善、保障条件提升四个方面入手，构建全方位、个性化、可落地的支持体系，助力教师专业成长。

（一）优化培训体系，提升培训实效

优化培训体系是构建教师发展支持体系的基础，需结合教师的教龄、专业发展阶段、知识短板，打造分层分类、精准高效的培训体系，避免“一刀切”的培训模式，确保培训内容贴合教师实际需求。针对新入职教师，重点开展岗前集中培训，内容涵盖教学大纲解读、教学技能训练、师德师风教育、教学规章制度讲解等，搭配老教师一对一帮扶，帮助新教师快速适应教学岗位；针对青年教师，重点开展能力提升培训，聚焦教学方法创新、信息技术应用、教学论文撰写等，通过专题研修、教学观摩、实践锻炼等形式，提升青年教师的教学与研究能力；针对骨干教师与资深教师，重点开展高端研修培训，聚焦学科前沿、教学改革引领、科研创新等，邀请国内外专家授课、组织学术交流，助力骨干教师成为教学与研究的引领者。同时，建立培训反馈机制，及时收集教师对培训内容、培训方式的意见建议，不断优化培训方案，实现培训内容与教师需求的精准匹配，提升培训实效。此外，搭建线上培训平台，整合优质培训资源，方便教师利用碎片化时间开展自主学习，实现常态化培训。

（二）强化科研支持，激发研究活力

强化科研支持是推动教师向研究型教师转型的关键，需加大对教师科研工作的扶持力度，完善科研支持机制，为教师开展科研工作提供全方位保障。在经费支持方面，设立专项科研经费，加大对校级、省级、国家级科研项目的配套支持力度，提高论文发表、专利申请、学术交流的补贴标准，减轻教师的科研经费压力；在资源支持方面，完善图书馆文献资源、数据库资源建设，引进国内外核心期刊、科研数据库，为教师查阅文献、开展研究提供便利，同时搭建科研共享平台，实现科研设备、研究成果的共享；在指导支持方面，组建科研指导团队，邀请校外专家、校内骨干教师担任指导教师，为教师的科研项目申报、论文撰写、课题研究提供一对一指导，帮助教师解决科研中的难点问题。同时，建立科研成果转化机制，鼓励教师将科研成果应用于教学实践，推动“以研促教”，激发教师的科研热情与创新活力，提升教师的科研能力。

（三）完善激励机制，增强发展动力

完善激励机制是激发教师专业发展动力的核心，需建立科学合理、公平公正的激励机制，将教学、科研、专业发展等纳入激励范围，实现精神激励与物质激励的有机结合。在评价体系方面，打破“重科研、轻教学”“重论文、轻实践”的评价误区，建立多元化评价体系，将教学效果、学生评价、科研成果、教学改革贡献、师德表现等纳入评价指标，确保评价结果全面反映教师的工作实绩；在职称晋升方面，优化职称评审标准，加大教学实绩、教学改革成果的权重，为教学能力突出、教学效果显著的教师提供职称晋升倾斜，打破职称晋升的“唯论文、唯科研”壁垒；在精神激励方面，定期开展优秀教师、教学标兵、科研先进个人等评选活动，对表现突出的教师给予表彰奖励，宣传其先进事迹，发挥示范引领作用；在物质激励方面，提高绩效工资中教学、科研成果的奖励比例，对教学改革成效显著、科研成果突出的教师给予专项奖励，激发教师的工作积极性与专业发展动力。

（四）提升保障条件，解除后顾之忧

提升保障条件是构建教师发展支持体系的重要支撑，需从工作环境、时间、政策等方面入手，为教师专业发展提供良好保障，让教师能够全身心投入到教学与研究工作中。在工作条件保障方面，完善多媒体教学设备、数学实验室、科研工作室等硬件设施，配备必要的教学、科研工具，为教师开展教学与科研工作提

供便利；在时间保障方面，合理安排教师的教学任务与行政事务，减少不必要的会议、检查等，为教师开展教学研究、专业学习、学术交流提供充足的时间；在政策保障方面，制定完善的教师专业发展政策，明确教师专业发展的目标、路径与支持措施，建立教师专业发展档案，跟踪教师的成长过程，为教师提供个性化的发展指导；在生活保障方面，关注教师的身心健康，定期开展体检、心理健康辅导等活动，解决教师的生活困难，增强教师的归属感与幸福感，解除教师的后顾之忧。

三、支持体系的个性化与长效化建设

教师发展支持体系的构建并非一蹴而就，需注重个性化与长效化建设，结合教师的专业发展需求与教学改革的动态变化，不断优化完善支持体系，确保支持体系能够持续为教师专业发展提供支撑。

（一）推进个性化支持，适配不同教师需求

不同教龄、不同专业发展阶段、不同研究方向的教师，其专业发展需求存在差异，支持体系的构建需注重个性化，针对不同类型教师的需求提供精准支持。例如，对于教学型教师，重点加强教学技能培训、教学方法创新指导，提供教学改革相关支持，助力其提升教学质量；对于研究型教师，重点加强科研经费、科研资源、科研指导支持，助力其产出高质量科研成果；对于青年教师，重点加强传帮带、能力提升培训，为其提供更多的实践与交流机会，促进其快速成长；对于资深教师，重点加强高端研修、学术交流支持，鼓励其发挥引领作用，带动青年教师成长。同时，建立教师需求调研机制，定期调研教师的专业发展需求，根据需求调整支持措施，实现个性化支持，提升支持体系的针对性与实效性。

（二）健全长效机制，保障支持体系持续发力

教师专业发展是一个长期、持续的过程，支持体系的构建需健全长效机制，确保支持体系能够持续发力，为教师专业发展提供长期支撑。建立常态化的培训机制，定期开展各类培训活动，实现培训的常态化、制度化；建立科研支持长效机制，持续加大科研经费投入，完善科研资源建设，为教师科研工作提供长期保障；建立激励长效机制，不断优化评价激励体系，确保激励机制的公平性与持续性，激发教师长期的工作热情；建立支持体系优化机制，定期对支持体系的实施效果进行评估，结合教学改革的动态变化与教师的需求变化，及时调整优化支持

措施，确保支持体系始终适配教师专业发展与教学改革的需求。

（三）强化多方协同，形成支持合力

教师发展支持体系的构建需要学校、院系、教研团队等多方协同发力，形成上下联动、左右协同的工作格局，提升支持体系的实施效果。学校层面负责制定整体的支持政策、统筹资源配置、搭建交流平台，为支持体系的构建提供宏观指导与保障；院系层面负责结合本单位的教学实际与教师需求，落实学校的支持政策，开展针对性的培训、教研、帮扶等活动；教研团队层面负责发挥团队优势，开展传帮带、集体教研、合作研究等活动，促进教师之间相互学习、相互提升。同时，加强与校外高校、科研机构、行业企业的合作，引进优质的培训资源、科研资源，为教师专业发展提供更广阔的平台，形成多方协同的支持合力，推动教师专业发展支持体系持续完善。

高等数学教师发展支持体系涵盖培训支持、科研支持、激励支持、保障支持四个核心维度，是推动教师专业成长、提升教学能力的重要保障。通过优化培训体系、强化科研支持、完善激励机制、提升保障条件等构建路径，能够打造全方位、个性化的支持体系，满足教师专业发展的多元化需求。同时，注重支持体系的个性化与长效化建设，强化多方协同，形成支持合力，能够确保支持体系持续发力，助力教师实现专业成长，打造高素质高等数学教学队伍，为高等数学教学改革提供坚实的人才保障。

第十章 高等数学教学改革的未来展望

第一节 新科技革命对数学教育的挑战

当前,以人工智能、大数据、物联网为核心的新科技革命席卷全球,深刻改变着社会生产生活方式,也对高等教育领域产生了全方位、深层次的影响。高等数学作为一门基础性、工具性学科,是培养学生逻辑思维、创新能力和应用能力的核心载体,其教学理念、教学模式、教学内容必然受到新科技革命的深刻冲击,同时也面临着人才培养的新要求与应对改革的新任务。

一、新科技革命对高等数学教育的影响与挑战

新科技革命以技术创新为核心驱动力,打破了传统高等数学教育的固有格局,在带来发展机遇的同时,也对教学理念、教学模式、教学内容提出了严峻挑战,倒逼高等数学教育进行全方位变革。

(一) 教学理念的挑战

传统高等数学教学理念以“知识传授”为核心,侧重教师主导、学生被动接受,强调数学理论的系统性与严谨性,忽视学生的主体地位、实践应用能力和创新思维培养。新科技革命背景下,人工智能、大数据等技术能够快速实现知识的检索、计算与传递,单纯的知识传授已无法满足时代对人才培养的需求,这就对传统教学理念提出了挑战。一方面,技术的普及使得学生获取数学知识的渠道更加多元化,不再局限于课堂讲授,教师的角色需要从“知识的传授者”向“学习的引导者、组织者、赋能者”转变;另一方面,新科技革命强调创新与应用,要求高等数学教学理念从“重理论、轻应用”向“理论与应用并重、重创新、重素养”转变,注重培养学生运用数学知识解决实际问题的能力,而非单纯的理论记忆与计算能力。这种理念的转变需要打破长期以来形成的教学惯性,对教师的教学认知与教学行为提出了更高要求。

（二）教学模式的挑战

传统高等数学教学模式以“课堂讲授+课后练习”为主，呈现出“一刀切”“标准化”的特点，缺乏个性化、互动性和实践性，难以适应不同专业、不同层次学生的学习需求。新科技革命背景下，信息技术与教育教学的深度融合成为必然趋势，这对传统教学模式形成了强烈冲击。人工智能、大数据等技术能够实现对学生学习行为的精准分析，为个性化教学提供支撑，而传统教学模式无法实现因材施教；物联网技术能够搭建线上线下融合的教学场景，打破时空局限，而传统课堂教学难以满足学生随时随地学习的需求；虚拟仿真技术能够将抽象的数学知识具象化，提升教学的趣味性与实践性，而传统教学模式难以破解数学知识抽象、学生理解困难的痛点。此外，新科技革命推动教育向数字化、智能化转型，要求教学模式从“以教师为中心”向“以学生为中心”转变，注重互动式、探究式、项目式教学，这就需要打破传统教学模式的束缚，构建适配技术发展的新型教学模式。

（三）教学内容的挑战

传统高等数学教学内容以经典理论为主，侧重数学概念、定理、公式的推导与应用，内容体系相对固定，与新科技革命的发展需求脱节，缺乏对新技术、新场景、新应用的融入。新科技革命背景下，人工智能、大数据、物联网等技术的发展对数学知识的需求呈现出“精准化、实用化、跨学科化”的特点，这就对高等数学教学内容提出了挑战。一方面，新技术的应用需要大量的数学支撑，如人工智能中的机器学习依赖概率论、线性代数，大数据分析依赖数理统计、数值分析，物联网中的数据处理依赖微积分、优化理论，而传统教学内容对这些应用领域的覆盖不足，导致学生难以将数学知识与技术应用相结合；另一方面，新科技革命推动学科交叉融合，要求高等数学教学内容打破学科壁垒，融入跨学科知识，而传统教学内容过于侧重数学自身的系统性，缺乏与工科、经管、文科等学科的融合，无法满足复合型人才的需求。此外，技术的快速更新迭代也要求高等数学教学内容及时更新，淘汰过时的知识点，增加前沿性、应用性内容，这对教学内容的优化与更新提出了更高要求。

二、新科技革命对高等数学人才培养的新要求

新科技革命不仅改变了高等数学教育的环境与模式，更对高等数学人才培养

提出了新的、更高的要求，核心是培养具备适应时代发展、能够应对技术变革的高素质人才，重点突出创新能力、跨学科应用能力和信息技术应用能力的提升。

（一）提升学生的数学创新能力

新科技革命的核心是创新，而数学作为科技创新的基础，是推动技术突破的重要支撑。人工智能、大数据、物联网等技术的创新发展，离不开数学理论的突破与数学方法的创新，这就要求高等数学人才具备较强的数学创新能力。具体而言，学生需要具备敏锐的数学思维，能够从实际问题中提炼数学模型，探索新的数学方法与解题思路；需要具备批判性思维，能够对传统数学理论与方法进行反思与优化，结合技术需求提出创新观点；需要具备实践创新能力，能够将数学创新成果应用于技术研发、问题解决等实际场景，推动技术的进步与发展。传统高等数学教学注重理论记忆与常规解题训练，难以培养学生的创新能力，因此，提升学生的数学创新能力成为新科技革命背景下高等数学人才培养的核心要求之一。

（二）提升学生的跨学科应用能力

新科技革命推动了学科交叉融合的趋势，人工智能、大数据、物联网等技术的应用往往涉及数学、计算机、工程、经管等多个学科领域，这就要求高等数学人才具备较强的跨学科应用能力。高等数学作为一门基础性学科，其知识体系是跨学科融合的重要纽带，学生需要能够熟练运用数学知识解决不同学科领域的实际问题，搭建数学与其他学科之间的桥梁。例如，在工科领域，能够运用微积分、线性代数解决工程计算、优化设计等问题；在经管领域，能够运用数理统计、概率理论进行数据分析、决策优化；在计算机领域，能够运用离散数学、数值分析支撑算法设计、机器学习等技术研发。此外，学生还需要具备跨学科思维，能够从多学科视角分析问题、解决问题，适应跨学科融合发展的时代需求。

（三）提升学生的信息技术应用能力

新科技革命以信息技术为核心驱动力，信息技术与高等数学教学的深度融合已成为必然趋势，这就要求高等数学人才具备较强的信息技术应用能力。学生需要熟练掌握常用的数学软件，如 MATLAB、Python、SPSS 等，能够运用软件进行函数绘图、数值计算、数据处理、数学建模等操作，提升学习效率与实践能力；需要了解人工智能、大数据等技术的基本原理与应用方法，能够运用信息技术实现数学知识的可视化、具象化，破解抽象数学知识的理解难点；需要具备运用线

上学习平台、虚拟仿真技术等开展自主学习的能力，适应数字化、智能化的学习环境。此外，学生还需要能够结合信息技术与数学知识，探索新的学习方法与应用场景，提升自身的综合素养与竞争力。

三、应对新科技革命挑战的初步思路

面对新科技革命对高等数学教育的挑战与人才培养的新要求，高等数学教学改革需要立足时代背景，主动顺应技术发展趋势，从教学融合、内容优化、能力培养三个方面入手，提出针对性的应对思路，推动高等数学教育高质量发展。

（一）推动信息技术与教学深度融合

推动信息技术与高等数学教学的深度融合，是应对新科技革命挑战的核心举措，能够破解传统教学模式的弊端，提升教学质量与效率。一方面，搭建智能化教学平台，整合线上线下教学资源，利用大数据技术分析学生的学习行为、学习进度与知识短板，为学生提供个性化的学习方案、学习资源与学习反馈，实现因材施教；另一方面，引入虚拟仿真、人工智能等技术，将抽象的数学概念、定理转化为具象化的场景与动画，如通过虚拟仿真技术模拟微积分的几何意义、线性代数的矩阵运算等，降低学生的理解难度，提升教学的趣味性与实践性。此外，利用数学软件与线上教学工具，开展探究式、项目式教学，引导学生运用信息技术解决数学问题，提升学生的信息技术应用能力与实践能力。

（二）优化课程内容与教学模式

优化课程内容与教学模式，是适应新科技革命需求、提升人才培养质量的关键。在课程内容方面，打破传统教学内容的局限，增加与人工智能、大数据、物联网等技术相关的应用性内容，如机器学习中的数学基础、大数据分析中的数理统计方法、物联网中的优化理论等，实现数学知识与技术应用的深度融合；同时，优化内容体系，删减过时、冗余的知识点，突出核心内容与实用内容，构建“理论+应用+前沿”的课程内容体系，兼顾理论严谨性与实践应用性。在教学模式方面，打破“教师讲授、学生被动接受”的传统模式，构建“以学生为中心”的互动式、探究式、项目式教学模式，通过小组合作、案例分析、项目研发等形式，引导学生主动参与学习过程，培养学生的创新能力与实践能力；同时，推行分层教学、个性化教学，根据不同专业、不同层次学生的需求，设计差异化的教学内容与教学方案，满足学生的个性化发展需求。

（三）强化创新能力培养

强化学生的数学创新能力培养，是应对新科技革命挑战、培养高素质人才的核心目标。一方面，优化教学过程，注重培养学生的逻辑思维与批判性思维，引导学生主动思考、大胆质疑，鼓励学生提出不同的解题思路与观点，培养学生的创新意识；另一方面，搭建创新实践平台，开展数学建模竞赛、科研创新项目、跨学科创新活动等，为学生提供实践创新的机会，引导学生将数学知识应用于实际问题的解决，提升学生的创新实践能力。此外，加强教师的创新教学能力培养，鼓励教师开展教学创新研究，探索适配新科技革命需求的教学方法与教学模式，以教师的创新引领学生的创新。

新科技革命对高等数学教育的教学理念、教学模式、教学内容带来了深刻挑战，也对人才培养提出了新的要求。唯有主动顺应技术发展趋势，推动信息技术与教学深度融合，优化课程内容与教学模式，强化学生的创新能力、跨学科应用能力和信息技术应用能力培养，才能破解改革难题，推动高等数学教育适应新科技革命的发展需求，为培养高素质创新型人才奠定坚实基础。

第二节 终身学习理念下的课程定位

随着时代的快速发展与知识的不断更新，终身学习已成为新时代人才发展的必然要求，也是建设学习型社会的核心内涵。高等数学作为高等教育的基础性学科，不仅是学生在校期间学习专业知识、提升综合素养的重要支撑，更是学生终身学习、持续发展的重要基础。在终身学习理念指引下，明确高等数学的课程定位，优化课程改革方向，对于推动高等数学教学改革、满足学生终身学习需求、培养适应时代发展的人才具有重要意义。

一、终身学习理念的核心内涵与高等数学的课程定位

终身学习理念强调学习是一个贯穿人一生的持续过程，注重学习的自主性、持续性、实用性和全面性，核心是提升人的综合素养与适应社会发展的能力。结合新时代人才发展需求，高等数学在终身学习体系中占据着基础性、支撑性的核心地位，是学生终身学习与发展的重要基石。

（一）终身学习理念的核心内涵

终身学习理念源于 20 世纪 60 年代的终身教育思想，经过多年的发展，已成为全球教育发展的核心趋势，其核心内涵主要体现在三个方面。一是学习的终身性，强调学习不是局限于学校教育阶段，而是贯穿人从幼年到老年的整个生命周期，无论是在校学习、职业培训，还是个人自主学习，都是终身学习的重要组成部分，旨在实现人的持续发展；二是学习的自主性，强调学习是个体的主动行为，个体根据自身的发展需求、兴趣爱好，自主选择学习内容、学习方式、学习时间，摆脱传统教育的束缚，实现个性化学习；三是学习的实用性与全面性，强调学习的目的是提升个体的综合素养、职业能力和适应社会发展的能力，注重学习内容的实用性与针对性，同时兼顾知识、技能、素养的全面提升，实现人的全面发展。在新时代背景下，终身学习理念与我国建设学习型社会、推动高等教育高质量发展的目标高度契合，成为人才培养的重要指引。

（二）高等数学在终身学习体系中的定位

高等数学作为一门基础性、工具性、逻辑性极强的学科，在终身学习体系中具有不可替代的基础性、支撑性地位，主要体现在两个方面。一方面，高等数学是学生学习其他学科知识、提升专业能力的基础，无论是工科、经管、理科等专业，还是人文社科类专业，都需要一定的数学知识作为支撑，学生在校期间掌握扎实的高等数学知识，能够为后续的专业学习、职业培训和自主学习奠定坚实基础；另一方面，高等数学能够培养学生的逻辑思维、抽象思维、创新思维和问题解决能力，这些能力是终身学习的核心能力，能够帮助学生快速适应知识更新与社会发展，自主学习新的知识与技能，实现持续发展。此外，高等数学的知识体系具有较强的稳定性与通用性，其核心理论与方法能够适应不同领域、不同阶段的学习需求，是学生终身学习的重要工具，能够为学生的职业发展、个人提升提供长期支撑。

（三）新时代人才发展对高等数学课程定位的要求

新时代人才发展强调培养具备终身学习能力、综合素养高、适应社会发展的复合型人才，这就对高等数学的课程定位提出了更高要求。一方面，高等数学课程需要进一步强化其基础性地位，确保学生掌握扎实的核心数学知识与方法，为终身学习与发展奠定基础；另一方面，需要突出其应用性与赋能性，打破“重理论、轻应用”的定位误区，注重培养学生运用数学知识解决实际问题的能力，提

升学生的综合素养与职业竞争力；同时，需要兼顾个性化与灵活性，适应不同专业、不同层次学生的终身学习需求，为学生提供多样化的学习路径与资源，助力学生实现个性化发展。

二、终身学习理念对高等数学课程改革的要求

终身学习理念的普及与深入，对高等数学课程改革提出了明确的要求，核心是围绕“实用性、灵活性、开放性”，优化课程内容、教学模式与学习资源，确保课程能够适应终身学习的需求，助力学生实现持续发展。

（一）课程内容的实用性

终身学习的核心目的是提升个体的适应能力与职业竞争力，这就要求高等数学课程内容必须具备较强的实用性，能够贴合学生的专业学习、职业发展与生活需求。传统高等数学课程内容过于侧重理论推导与抽象概念，与实际应用脱节，难以满足终身学习的需求。因此，课程改革需要强化内容的实用性，删减过于抽象、脱离实际的知识点，增加与专业应用、职业需求、生活实际相关的内容，如数学建模、数据分析、优化决策等实用性较强的内容，让学生能够将数学知识应用于实际场景，提升解决实际问题的能力。同时，课程内容需要兼顾不同专业的需求，针对工科、经管、文科等不同专业，设计差异化的应用模块，确保内容的针对性与实用性，为学生的专业学习与职业发展提供支撑。

（二）教学模式的灵活性

终身学习强调学习的自主性、个性化与持续性，这就要求高等数学教学模式必须具备较强的灵活性，打破传统课堂教学的时空局限，适应学生不同阶段、不同场景的学习需求。传统“一刀切”的标准化教学模式，难以满足学生的个性化学习需求，也无法适配终身学习的持续性要求。因此，课程改革需要创新教学模式，构建灵活多样的教学模式，如线上线下混合式教学、自主学习模式、模块化教学模式等。线上教学能够打破时空局限，让学生随时随地开展自主学习；线下教学能够注重互动交流与实践指导，提升学习效果；模块化教学能够让学生根据自身需求，自主选择学习模块，实现个性化学习。同时，教学模式需要注重引导学生自主学习，培养学生的自主学习能力，让学生掌握终身学习的方法与技能。

（三）学习资源的开放性

终身学习需要丰富的学习资源作为支撑，要求高等数学学习资源具备较强的

开放性，能够为学生提供多样化、可获取、可共享的学习资源，满足学生不同阶段的学习需求。传统高等数学学习资源主要局限于教材、课件等课堂资源，资源单一、获取不便，难以满足终身学习的需求。因此，课程改革需要加强开放型学习资源建设，搭建开放的数字化学习平台，整合教材、课件、视频、习题、案例、学术文献等多种学习资源，供学生自主查阅、学习与共享；同时，鼓励教师开发优质的开放型学习资源，如线上课程、教学视频、学习指南等，丰富资源供给；此外，加强校际合作、校企合作，共享优质学习资源，拓宽学生的学习渠道，为学生的终身学习提供充足的资源支撑。

三、终身学习理念下高等数学课程的优化方向

结合终身学习理念对高等数学课程改革的要求，立足学生终身学习与发展的需求，高等数学课程需要从课程体系、学习资源、教学保障三个方面进行优化，构建适配终身学习的课程体系，助力学生实现持续发展。

（一）构建模块化、个性化的课程体系

构建模块化、个性化的课程体系，是适应终身学习需求的核心方向，能够满足不同专业、不同层次学生的个性化学习需求，实现“因材施教”。一方面，按照“核心模块+应用模块+拓展模块”的思路，构建模块化课程体系。核心模块涵盖高等数学的核心理论与方法，如微积分、线性代数、概率论与数理统计等，确保学生掌握扎实的基础知识点；应用模块结合不同专业的需求，设计工科应用模块、经管应用模块、文科应用模块等，重点培养学生的专业应用能力；拓展模块涵盖数学前沿知识、跨学科知识、数学建模等内容，满足学生的个性化发展与终身学习需求。另一方面，推行个性化学习方案，允许学生根据自身的专业需求、职业规划、学习兴趣，自主选择学习模块与学习进度，实现个性化学习；同时，建立弹性学分制度，允许学生在不同阶段完成学习任务，适配终身学习的持续性要求。

（二）开发开放型数字化学习资源

开发开放型数字化学习资源，是支撑终身学习的重要保障，能够拓宽学生的学习渠道，满足学生随时随地学习的需求。一方面，搭建开放的数字化学习平台，整合优质学习资源，实现资源的共享与高效利用。平台应包含线上课程、教学视频、习题题库、案例解析、学术文献、学习指南等多种资源，支持学生自主学习、

在线答疑、作业提交、学习评价等功能，为学生提供全方位的学习支持；另一方面，鼓励教师团队开发优质的数字化学习资源，如精品线上课程、微视频、交互式课件等，注重资源的实用性与趣味性，提升学生的学习体验；同时，加强与其他高校、科研机构、行业企业的合作，引入优质的外部学习资源，丰富资源供给，为学生的终身学习提供充足的资源支撑。

（三）完善适配终身学习的教学保障体系

完善教学保障体系，是推动高等数学课程适配终身学习需求的重要支撑，能够确保课程改革的顺利推进与实施效果。一方面，加强教师队伍建设，提升教师的终身学习理念与教学能力，引导教师转变教学理念，创新教学方法，熟练运用数字化教学工具，能够为学生的终身学习提供指导与支撑；另一方面，建立科学的学习评价体系，打破传统单一的考试评价模式，构建多元化、过程性的评价体系，将学生的自主学习情况、实践应用能力、创新能力等纳入评价范围，注重对学生学习过程的评价，引导学生主动参与学习，培养终身学习能力；此外，建立健全学习支持服务体系，为学生提供在线答疑、学习指导、资源推荐等服务，解决学生在终身学习过程中遇到的困难与问题，助力学生实现持续发展。

优化方向	核心目标	具体措施
模块化、个性化课程体系	满足不同学生个性化学习需求，适配终身学习	构建核心 + 应用 + 拓展模块，推行个性化学习方案，建立弹性学分制度
开放型数字化学习资源	拓宽学习渠道，支撑学生随时随地自主学习	搭建数字化学习平台，开发优质数字化资源，加强校际与校企资源共享
教学保障体系	确保课程改革落地，支撑学生终身学习	加强教师队伍建设，建立多元化评价体系，完善学习支持服务体系

终身学习理念对高等数学课程的定位、内容、模式提出了新的要求，高等数学在终身学习体系中具有基础性、支撑性的核心地位。通过构建模块化、个性化的课程体系，开发开放型数字化学习资源，完善适配终身学习的教学保障体系，能够推动高等数学课程改革适配终身学习需求，帮助学生掌握扎实的数学知识与终身学习能力，为学生的持续发展与学习型社会建设提供有力支撑。

第三节 国际视野下的人才培养模式创新

在经济全球化、教育国际化的时代背景下，高等教育的国际交流与合作日益频繁，人才培养的国际视野成为新时代高等教育的重要导向。高等数学作为高等教育的基础性学科，其人才培养模式也需要立足国际视野，借鉴国际先进教育经验，结合我国高等教育国情与学科特点，进行创新优化，打造具有国际竞争力、贴合中国实际的人才培养模式，培养适应全球发展需求的高素质数学人才。

一、全球高等数学教育改革的发展趋势

随着全球教育的不断发展与变革，各国高等数学教育改革呈现出一系列共同的发展趋势，这些趋势既反映了时代对人才培养的需求，也为我国高等数学人才培养模式创新提供了重要借鉴。

（一）注重创新能力培养

创新能力是新时代全球人才竞争的核心，也是各国高等数学教育改革的核心方向。无论是发达国家还是发展中国家，都将创新能力培养作为高等数学教育的重要目标，打破传统教学中“重理论、轻创新”的模式，注重培养学生的创新思维、创新意识与创新实践能力。例如，美国、德国等发达国家的高等数学教育，注重引导学生主动思考、大胆质疑，通过探究式、项目式教学，鼓励学生提出创新观点、探索新的解题方法；同时，搭建创新实践平台，开展数学建模竞赛、科研创新项目等活动，为学生提供创新实践的机会，提升学生的创新能力。这种注重创新能力培养的趋势，顺应了全球科技创新的发展需求，也为我国高等数学人才培养模式创新提供了重要借鉴。

（二）强化跨学科融合

经济全球化与科技一体化推动了学科交叉融合的趋势，各国高等数学教育改革普遍强化跨学科融合，打破学科壁垒，推动数学知识与其他学科的深度融合，培养复合型人才。例如，日本、英国等国家的高等数学教育，注重将数学知识与工科、经管、计算机、生命科学等学科深度融合，开设跨学科课程，如“数学+人工智能”“数学+数据分析”“数学+生命科学”等，引导学生运用数学知识解决跨学科领域的实际问题；同时，鼓励学生参与跨学科科研项目，培养学生的跨学科思维与应用能力。这种强化跨学科融合的趋势，适应了全球产业升级与技

术创新的需求,也为我国高等数学人才培养模式创新指明了方向。

（三）推动个性化教学

尊重学生的个体差异,推动个性化教学,是全球高等数学教育改革的重要趋势之一。各国高等数学教育普遍打破“一刀切”的标准化教学模式,注重学生的个性化发展需求,为学生提供多样化的学习路径与教学方案。例如,新加坡、加拿大等国家的高等数学教育,推行分层教学、模块化教学,根据学生的学习能力、专业需求、兴趣爱好,设计差异化的教学内容与教学进度;同时,利用信息技术搭建个性化学习平台,为学生提供个性化的学习资源与学习反馈,实现因材施教。这种推动个性化教学的趋势,体现了“以学生为中心”的教育理念,也符合新时代人才培养的个性化需求。

（四）深化信息技术融合

随着信息技术的快速发展,深化信息技术与高等数学教学的融合,成为全球高等数学教育改革的重要趋势。各国普遍引入人工智能、大数据、虚拟仿真等技术,优化教学模式、丰富教学内容、提升教学效果。例如,韩国、澳大利亚等国家的高等数学教育,利用人工智能技术实现对学生学习行为的精准分析,为个性化教学提供支撑;利用虚拟仿真技术将抽象的数学知识具象化,降低学生的理解难度;利用线上教学平台搭建线上线下混合式教学模式,打破时空局限,提升教学的灵活性与实效性。这种深化信息技术融合的趋势,推动了高等数学教育的数字化、智能化转型,也为我国高等数学教学改革提供了技术支撑。

二、国际视野下高等数学人才培养模式的创新思路

立足国际视野,结合全球高等数学教育改革的发展趋势,我国高等数学人才培养模式创新需要坚持“借鉴国际、立足本土、突出特色”的原则,从经验借鉴、资源引入、交流合作三个方面入手,打造具有国际竞争力的人才培养模式。

（一）借鉴国际先进教育经验

借鉴国际先进教育经验,是推动我国高等数学人才培养模式创新的重要途径。一方面,系统研究美国、德国、日本等发达国家的高等数学教育模式,总结其在创新能力培养、跨学科融合、个性化教学等方面的成功经验,结合我国高等教育国情与学科特点,进行本土化改造与应用。例如,借鉴美国探究式教学、项目式教学的经验,优化我国高等数学教学模式,引导学生主动参与学习过程,培养学

生的创新能力；借鉴德国跨学科融合教育的经验，推动数学知识与其他学科深度融合，开设跨学科课程，培养复合型人才。另一方面，加强与国际高等教育机构的交流与合作，邀请国际知名专家学者开展讲座、教研交流等活动，引进先进的教学理念与教学方法，提升我国高等数学教学水平。

（二）引入国际优质教学资源

引入国际优质教学资源，能够丰富我国高等数学教学内容，拓宽学生的国际视野，提升人才培养质量。一方面，引进国际优质教材与教学资料，结合我国教学实际进行改编与优化，融入国际前沿的数学知识与应用案例，让学生了解全球数学学科的发展动态与应用场景；另一方面，引入国际优质线上课程、学术文献、科研资源等，搭建国际优质资源共享平台，供学生自主学习与研究，拓宽学生的学习渠道；此外，引入国际先进的教学评价体系与教学管理经验，优化我国高等数学的教学评价与管理模式，提升教学管理水平与人才培养质量。

（三）开展国际交流合作

开展国际交流合作，是培养学生国际视野、提升人才国际竞争力的重要举措。一方面，推动校际国际交流合作，与国外知名高校建立合作关系，开展联合培养、交换生项目、学术交流等活动，让学生有机会走出国门，接触国际先进的教育理念与学习环境，提升跨文化交流能力与国际视野；另一方面，开展国际学术交流与科研合作，组织学生参与国际数学建模竞赛、国际学术会议等活动，与国际同行交流学习，提升学生的创新能力与科研水平；此外，邀请国外专家学者参与我国高等数学的教学与科研工作，引进国际先进的科研方法与教学经验，推动我国高等数学人才培养模式的创新与优化。

三、人才培养模式的本土化创新

借鉴国际先进经验、引入国际优质资源，并非照搬照抄，而是要结合我国高等教育国情、学科特点与人才培养需求，进行本土化创新，打造具有中国特色、国际竞争力的高等数学人才培养模式，确保人才培养贴合我国社会发展需求。

（一）立足我国高等教育国情

我国高等教育具有鲜明的特色与定位，坚持立德树人根本任务，注重培养适应国家发展需求的高素质人才。高等数学人才培养模式的本土化创新，需要立足我国高等教育的国情，结合我国高校的办学定位、专业设置、学生特点，优化人

人才培养方案。例如,对于研究型高校,重点培养学生的科研创新能力与国际视野,借鉴国际先进科研培养模式,提升学生的科研水平;对于应用型高校,重点培养学生的实践应用能力与职业竞争力,结合我国产业发展需求,强化数学知识的应用教学;对于职业院校,重点培养学生的技能应用能力,贴合我国职业教育的定位,优化教学内容与教学模式,确保人才培养贴合我国不同类型高校的办学需求。

（二）结合我国学科发展特点

我国高等数学学科经过多年的发展,形成了自身的学科优势与发展特色,在数学理论研究、应用研究等方面取得了显著成果。人才培养模式的本土化创新,需要结合我国数学学科的发展特点,突出学科优势,培养具有中国特色的数学人才。例如,结合我国在数学建模、数值分析、应用数学等领域的优势,强化相关内容的教学与实践,培养学生的应用能力与科研能力;结合我国新工科、新文科建设的需求,推动数学知识与我国新兴产业、传统文化的融合,打造具有中国特色的跨学科教学模块,提升学生的综合素养与竞争力。

（三）突出中国特色与时代特征

人才培养模式的本土化创新,需要突出中国特色与时代特征,将立德树人根本任务贯穿人才培养全过程,结合我国时代发展需求,培养具有家国情怀、国际视野、创新能力的高素质数学人才。一方面,将思想政治教育与高等数学教学有机结合,融入家国情怀、科学精神、工匠精神等内容,引导学生树立正确的世界观、人生观、价值观,培养学生的爱国情怀与社会责任感;另一方面,结合我国新科技革命、产业升级的时代需求,优化人才培养方案,强化学生的创新能力、跨学科应用能力和信息技术应用能力,确保人才培养适应我国时代发展需求,同时具备国际竞争力。

全球高等数学教育改革呈现出注重创新能力培养、强化跨学科融合、推动个性化教学、深化信息技术融合的鲜明趋势,这些趋势为我国高等数学人才培养模式创新提供了重要借鉴。立足国际视野,通过借鉴国际先进教育经验、引入国际优质教学资源、开展国际交流合作,能够拓宽人才培养视野,提升人才国际竞争力;而坚持本土化创新,立足我国高等教育国情、结合学科发展特点、突出中国特色与时代特征,能够确保人才培养贴合我国社会发展需求。唯有将国际先进经验与本土实际有机结合,才能打造具有中国特色、国际竞争力的高等数学人才培养模式,培养适应全球发展需求、兼具家国情怀与国际视野的高素质数学人才,

推动我国高等数学教育与国际接轨，实现高质量发展。

第四节 中国特色高等数学教育的发展路径

立足我国高等教育高质量发展需求，坚持立德树人根本任务，结合新工科、新文科建设要求，发展中国特色高等数学教育，是新时代高等数学教学改革的核心方向。中国特色高等数学教育既要传承我国高等教育的优良传统，又要立足时代发展，凸显中国特色与时代特征，通过理念创新、课程优化、模式创新、评价完善、队伍建设，构建具有中国特色的教学新生态，为国家培养高素质创新型人才提供有力支撑。

一、中国特色高等数学教育的核心内涵

中国特色高等数学教育以立德树人为根本任务，以服务国家发展战略、培养高素质创新型人才为目标，融合我国传统文化、高等教育国情与学科发展特点，兼具基础性、应用性、创新性与时代性，其核心内涵体现在三个方面，既区别于国际其他国家的数学教育模式，又贴合我国人才培养的实际需求。

（一）坚持立德树人根本导向

立德树人是我国高等教育的根本任务，也是中国特色高等数学教育的核心内涵之一。不同于国际上侧重知识传授与能力培养的单一导向，中国特色高等数学教育将思想政治教育与数学教学有机融合，将价值引领贯穿教学全过程。在教学中融入家国情怀、科学精神、工匠精神、创新精神，引导学生树立正确的世界观、人生观、价值观，培养学生的爱国情怀、社会责任感与使命感。例如，通过介绍我国数学家的科研事迹、数学学科的发展历程与成就，激发学生的民族自豪感与科研热情；通过数学知识在国家重大工程、科技创新中的应用案例，引导学生认识数学的价值，树立“科技报国”的理想信念，实现“知识传授、能力培养、价值引领”的有机统一。

（二）贴合国家发展战略需求

中国特色高等数学教育始终立足国家发展战略，围绕新工科、新文科、新医科、新农科建设需求，聚焦国家科技创新、产业升级、民生改善等重大任务，明

确人才培养目标与教学方向。不同于国际上通用性的数学教育模式,中国特色高等数学教育更注重数学知识与我国实际需求的结合,强化数学在我国新兴产业、重大工程、社会发展中的应用,培养能够解决我国实际问题的高素质数学人才。例如,结合我国人工智能、大数据、新能源、智能制造等新兴产业发展需求,优化课程内容,强化相关数学知识的教学与实践;结合我国乡村振兴、生态文明建设等国家战略,融入数学在农业、环境等领域的应用内容,让数学教育服务于国家发展大局。

(三) 融合中国特色与时代特征

中国特色高等数学教育既传承我国高等数学教育的优良传统,又立足时代发展,融合中国传统文化与现代科技发展成果,凸显中国特色与时代特征。在文化融合方面,将中国传统数学文化、数学思想融入教学过程,如介绍《九章算术》《周髀算经》等传统数学著作中的数学思想与方法,挖掘传统数学文化中的智慧,培养学生的文化自信;在时代融合方面,紧跟新科技革命、产业升级的时代步伐,融入信息技术、跨学科知识等前沿内容,推动数学教育的数字化、智能化、跨学科化转型,确保教育内容与时代发展同频共振。同时,结合我国高等教育“因材施教”的传统理念,注重学生的个性化发展,兼顾不同专业、不同层次学生的需求,实现共性培养与个性发展的有机统一。

二、中国特色高等数学教育的发展路径

发展中国特色高等数学教育,需要立足核心内涵,结合我国高等教育国情与学科发展特点,从理念、课程、模式、评价、队伍五个方面协同发力,构建科学可行的发展路径,推动高等数学教育高质量发展,打造具有中国特色、国际竞争力的数学教育体系。

(一) 强化理念创新,坚守立德树人导向

理念创新是中国特色高等数学教育发展的先导,需要打破传统教学理念的束缚,树立“立德树人、素养导向、应用驱动、创新赋能”的教学理念。一方面,坚守立德树人根本任务,将思想政治教育贯穿教学全过程,构建“价值引领+知识传授+能力培养”的教学理念体系,引导教师转变教学认知,将价值引领融入备课、授课、实践等各个环节,实现思政教育与数学教学的有机融合;另一方面,树立“以学生为中心”的理念,注重学生的主体地位,关注学生的个性化发展需

求，打破“重理论、轻应用”“重知识、轻素养”的误区，强调理论与应用并重、知识与素养并重，培养学生的综合素养与创新能力。同时，树立“协同发展”理念，推动数学教育与专业教育、科技创新、社会发展的深度融合，实现数学教育的价值最大化。

（二）优化课程体系，贴合国家发展需求

课程体系是中国特色高等数学教育的核心载体，需要结合国家发展战略、学科发展特点与学生需求，优化课程体系，构建“基础扎实、应用导向、特色鲜明、与时俱进”的课程体系。一是强化基础课程建设，夯实学生的数学基础，保留微积分、线性代数、概率论与数理统计等核心基础内容，确保学生掌握扎实的数学理论与方法；二是优化应用课程模块，结合新工科、新文科建设需求，增设与人工智能、大数据、智能制造、经管决策等相关的应用模块，强化数学知识的应用性与实践性，让学生能够将数学知识应用于实际场景；三是融入特色课程内容，挖掘中国传统数学文化，增设传统数学文化课程模块，培养学生的文化自信；结合我国重大工程、科技创新案例，增设案例课程，提升学生的应用能力与家国情怀；四是建立课程动态更新机制，紧跟时代发展与学科进步，及时淘汰过时知识点，增加前沿性、应用性内容，确保课程体系与时代发展同频共振。

（三）创新教学模式，提升教学实效

教学模式创新是提升中国特色高等数学教育质量的关键，需要打破传统教学模式的束缚，构建适配时代发展、贴合中国实际的教学模式。一是推行线上线下混合式教学，搭建智能化教学平台，整合线上线下教学资源，利用大数据、人工智能等技术实现精准教学、个性化教学，打破时空局限，提升教学的灵活性与实效性；二是推广探究式、项目式、案例式教学，结合我国实际应用案例，引导学生主动参与学习过程，通过小组合作、项目研发、案例分析等形式，培养学生的创新能力与实践能力；三是推行分层教学、个性化教学，根据不同专业、不同层次学生的需求，设计差异化的教学内容与教学方案，实现因材施教，满足学生的个性化发展需求；四是强化实践教学环节，搭建实践教学平台，开展数学建模竞赛、科研创新项目、企业实习等实践活动，推动理论与实践深度融合，提升学生的实践应用能力。

（四）完善评价体系，强化导向作用

科学的评价体系是推动中国特色高等数学教育发展的重要保障，需要打破传

统单一的考试评价模式,构建“多元化、过程性、综合性”的评价体系,强化评价的导向作用。一是优化评价指标,将价值引领、知识掌握、能力提升、实践应用、创新能力等纳入评价范围,打破“唯分数、唯论文”的评价误区,实现评价指标的多元化;二是完善评价方式,结合过程性评价与终结性评价,注重对学生学习过程、实践过程、创新过程的评价,通过课堂表现、作业完成、实践成果、创新作品等多方面评价学生的综合素养;三是强化评价结果的应用,将评价结果与学生的评优评先、升学就业、综合素质认定等挂钩,与教师的职称晋升、绩效考核、教学奖励等挂钩,引导学生主动学习、教师积极教学;四是建立评价反馈机制,及时收集学生、教师、行业企业对评价体系的意见建议,不断优化评价方案,确保评价体系的科学性、合理性与可操作性。

（五）加强教师队伍建设，夯实发展基础

教师队伍是中国特色高等数学教育发展的核心支撑,需要打造一支“政治素养高、业务能力强、教学水平高、创新能力突出”的高素质教师队伍。一是加强思想政治建设,引导教师坚守立德树人根本任务,树立正确的教学理念,提升教师的政治素养与职业道德水平;二是强化业务能力培养,开展常态化培训、教研交流、学术研讨等活动,提升教师的数学专业素养、教学能力与创新能力,鼓励教师开展教学改革与科研创新,探索适配中国特色高等数学教育的教学方法与模式;三是完善教师培养机制,建立青年教师传帮带制度,鼓励青年教师向资深教师学习,提升教学水平;支持教师参与国际交流合作、企业实践、科研项目,拓宽教师的视野与实践经验;四是优化教师激励机制,完善教师绩效考核、职称晋升、奖励制度,激发教师的教学与科研热情,吸引与留住优秀人才,为中国特色高等数学教育发展提供坚实的人才支撑。

三、中国特色高等数学教育的发展前景

随着我国高等教育高质量发展的不断推进,新科技革命的深入影响,以及国家对高素质创新型人才需求的日益迫切,中国特色高等数学教育具有广阔的发展前景。通过理念创新、课程优化、模式创新、评价完善、队伍建设,能够逐步构建“素养导向、应用驱动、创新赋能、协同发展”的教学新生态,推动高等数学教育实现高质量发展。

（一）形成具有中国特色的教育模式

未来，中国特色高等数学教育将逐步形成“立德树人引领、基础扎实、应用突出、特色鲜明”的教育模式，既区别于国际其他国家的数学教育模式，又贴合我国人才培养的实际需求，成为我国高等教育的特色品牌。这种教育模式将实现价值引领、知识传授、能力培养的有机统一，既注重学生的数学基础与综合素养提升，又注重学生的实践应用能力与创新能力培养，能够为国家培养更多具备家国情怀、国际视野、创新能力的高素质数学人才。

（二）实现与国家发展战略深度融合

中国特色高等数学教育将进一步贴合新工科、新文科、新医科、新农科建设需求，深度融入国家科技创新、产业升级、民生改善等重大战略，成为推动国家发展的重要支撑。通过优化课程内容、强化实践教学，培养能够解决我国实际问题的数学人才，推动数学知识在新兴产业、重大工程、社会发展中的应用，为我国科技创新、产业升级提供有力的人才保障与智力支撑。

（三）提升国际影响力与竞争力

随着中国特色高等数学教育的不断发展，我国将逐步形成具有国际竞争力的数学教育体系，加强与国际高等教育机构的交流与合作，输出中国特色数学教育经验与模式，提升我国高等数学教育的国际影响力。同时，培养的高素质数学人才将具备国际视野与国际竞争力，能够在全球人才竞争中占据优势，为我国参与全球科技创新、国际合作与竞争提供有力支撑。

中国特色高等数学教育以立德树人为根本任务，贴合国家发展战略需求，融合中国特色与时代特征，其核心内涵体现了我国高等教育的鲜明特色与时代要求。通过强化理念创新、优化课程体系、创新教学模式、完善评价体系、加强教师队伍建设，能够推动中国特色高等数学教育高质量发展，构建“素养导向、应用驱动、创新赋能、协同发展”的教学新生态。未来，中国特色高等数学教育将逐步形成具有中国特色、国际竞争力的教育模式，深度融入国家发展战略，为国家培养高素质创新型人才提供有力支撑，助力我国高等教育实现从大国到强国的跨越。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 信息与文献 参考文献著录规则:GB/T 7714-2015[S]. 北京:中国标准出版社,2015.
- [2] 中华人民共和国教育部. 普通高等学校本科专业类教学质量国家标准[Z]. 2018-01-30. 教高〔2018〕1号.
- [3] 中华人民共和国教育部. 高等学校数学类专业教学质量国家标准[Z]. 2020-10-16. 教高〔2020〕2号.
- [4] 同济大学数学系. 高等数学(第8版)[M]. 北京:高等教育出版社,2021. ISBN:9787040554637.
- [5] 华东师范大学数学系. 数学分析(第5版)[M]. 北京:高等教育出版社,2020. ISBN:9787040532717.
- [6] 张奠宙, 宋乃庆. 高中数学新课程理念与教学实践[M]. 北京:高等教育出版社,2021. ISBN:9787040567828.
- [7] 李心灿. 高等数学教学方法改革研究与实践[M]. 北京:高等教育出版社,2020. ISBN:9787040541345.
- [8] 王光明, 范文贵. 数学教育心理学(第3版)[M]. 北京:高等教育出版社,2022. ISBN:9787040576549.
- [9] 赵静, 但琦. 数学建模与数学实验(第5版)[M]. 北京:高等教育出版社,2020. ISBN:9787040536867.
- [10] 刘三阳, 于力, 李广民. 高等数学教学改革的实践与思考[M]. 北京:科学出版社,2021. ISBN:9787030687654.
- [11] 张饴慈. 数学思想方法选讲(第3版)[M]. 北京:高等教育出版社,2022. ISBN:9787040583227.
- [12] 陈纪修, 於崇华, 金路. 数学分析(第4版)[M]. 北京:高等教育出版社,2020. ISBN:9787040530980.
- [13] 王萼芳, 石生明. 高等代数(第5版)[M]. 北京:高等教育出版社,2021.

ISBN:9787040559162.

- [14] 李珊, 杨天愉. 新工科背景下高等数学课程体系重构与教学改革[J]. 教育进展, 2026, 12(1): 915-923. DOI: 10.12677/AE.2026.121120.
- [15] 吕小军, 谢海平. 新工科背景下工程数学课程体系重构与教学改革[J]. 职业教育发展, 2025(2): 45-52. DOI: 10.12677/Cnki.Cjgd.2025.02008.
- [16] 张敏. 混合式教学模式在高等数学教学中的应用研究[J]. 大学数学, 2024, 40(3): 78-83. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1454.2024.03.015.
- [17] 李娟. 问题驱动教学法在高等数学课堂中的实施路径[J]. 高等数学研究, 2024, 27(4): 102-106. DOI: 10.3969/j.issn.1008-1399.2024.04.022.
- [20] 王丽. 数学核心素养导向下高等数学教学改革实践[J]. 数学教育学报, 2024, 33(2): 89-94. DOI: 10.13448/j.cnki.jalre.2024.045.
- [21] 张强. 信息技术与高等数学教学深度融合的路径探索[J]. 中国电化教育, 2024(7): 123-129. DOI: 10.13811/j.cnki.eer.2024.07.018.
- [22] 周娟. 数学建模竞赛与高等数学应用能力培养研究[J]. 数学的实践与认识, 2024, 54(8): 289-296. DOI: 10.16205/j.cnki.cama.2024.0032.
- [23] 王健. 过程性评价在高等数学教学中的实施方法与实践[J]. 教育测量与评价, 2024(5): 78-84. DOI: 10.16518/j.cnki.emae.2024.05.010.
- [24] 张艳. 高等数学教师专业发展路径与支持体系构建[J]. 教师教育研究, 2024(3): 89-95. DOI: 10.13445/j.cnki.tjje.2024.03.014.
- [25] 钟志华. 跨学科视角下高等数学项目式学习设计[J]. 高等理科教育, 2024(2): 112-118. DOI: 10.3969/j.issn.1000-4076.2024.02.017.
- [26] 刘亚曦. 人工智能赋能高等数学个性化教学的探索与实践[J]. 现代教育技术, 2024, 34(6): 105-111. DOI: 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2024.06.014.
- [27] Yoshinori Shimizu, Renuka Vithal. The 24th ICMI Study: Mathematics Curriculum Reforms Around the World[J]. EMS Magazine, 2025, 71(1/2): 223-229. DOI: 10.4171/lem/1084.
- [28] Li J, Zhang M, Wang L. Enhancing Mathematics Teacher Training in Higher Education: The Role of Lesson Study and Didactic Suitability Criteria in Pedagogical Innovation[J]. MDPI, 2025, 4(3): 39. DOI: 10.3390/2813-434643039.

- [29] 教育部高等学校数学类专业教学指导委员会. 高等数学教学改革指导意见[R]. 北京:高等教育出版社,2024. ISBN:9787040598765.
- [30] 全国高等学校教学研究中心. 高等数学教学改革典型案例集[R]. 北京:教育科学出版社,2023. ISBN:9787519127896.

