

高中数学教育中数学建模能力的阶梯式培养策略

许航天

江西省奉新县第一中学

摘要：本研究针对高中数学教育中数学建模能力培养的系统性不足问题，提出“阶梯式培养策略”。通过文献分析与教学实践，揭示当前高中数学建模教学存在理论与实践脱节、培养体系碎片化等现状。基于建构主义学习理论与最近发展区理论，构建“认知启蒙—模型构建—综合应用—创新拓展”的四阶培养框架，明确各阶段的教学目标、内容设计与实施路径。实践表明，阶梯式策略能有效提升学生的数学建模能力与问题解决素养，但仍面临教师建模素养不足、跨学科资源整合困难等挑战。研究为高中数学建模教学的系统化发展提供了可操作的实践范式。

关键词：高中数学教育；数学建模能力；阶梯式培养；教学策略；核心素养

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2025.08.218

引言

在新一轮基础教育课程改革背景下，数学建模作为数学核心素养的重要组成部分，其教育价值日益受到重视。《普通高中数学课程标准（2017年版）》明确将“数学建模”列为六大核心素养之一，强调通过建模活动培养学生“用数学语言表达实际问题、用数学方法构建模型解决问题的能力”。然而，当前高中数学教学中，数学建模仍面临诸多现实困境：一方面，教学实践中存在“重解题技巧、轻模型建构”的倾向，建模活动多局限于教材中的例题训练，缺乏真实问题情境的融入；另一方面，建模能力培养缺乏系统性设计，未形成符合学生认知发展规律的递进式体系，导致学生难以建立从数学知识到实际应用的迁移能力。数学建模能力的培养不仅是落实核心素养的关键环节，更是衔接高等教育与职业发展的重要纽带。如何基于高中学生的认知特点，构建科学合理的建模能力培养路径，成为数学教育研究的重要课题。

一、高中数学建模能力培养的现状与问题

（一）教学目标与素养要求的脱节

当前高中数学教学中，多数教师对数学建模的理解仍停留在“应用题型训练”层面，将建模等同于解应用题，忽视了建模过程中“问题抽象—模型构建—模型检验—模型优化”的完整思维链条。例如，在讲解“函数模型”时，教师常直接给出利润最大化、路程最短等经典问题的模型框架，让学生套用公式求解，而省略了从实际问题中抽象数学要素、建立变量关系的建模核心环节。这种“重结果、轻过程”的教学模式，导致学生虽能解答固定类型的建模题，却难以在陌生情境中自主构建数学模型，无法真正形成建模素养。

（二）培养体系的碎片化与无序性

高中数学建模教学缺乏系统性设计，呈现出“零散化”“随机化”特征。一方面，建模内容与教材知识的

结合不够紧密，多以课外拓展活动的形式存在，未能融入日常教学体系；另一方面，建模能力培养未遵循学生认知发展规律，不同学段的教学目标模糊，缺乏梯度设计。例如，高一学生尚未建立完整的函数概念时，就被要求解决复杂的经济建模问题，而高三学生仍在重复基础的方程建模训练，这种无序性导致建模教学效率低下，学生难以形成能力的递进式发展。

（三）教学实施与评价的局限性

在教学实施层面，数学建模面临“两难困境”：真实的建模项目往往涉及复杂的实际背景，需要跨学科知识与长时间探究，与高中课堂教学的课时限制存在矛盾；而简化后的建模例题又难以体现建模的真实性与挑战性，削弱了学生的参与兴趣。在评价方面，当前建模能力评价多以笔试成绩为主，侧重模型求解的正确性，忽视了建模过程中问题分析、模型假设、误差分析等关键环节的评估，难以全面反映学生的建模素养。

二、数学建模能力阶梯式培养的理论基础与框架构建

（一）理论基础与核心要素

1. 建构主义学习理论

建构主义认为，学习是学生主动建构知识意义的过程，而非被动接受信息。数学建模作为从实际问题到数学抽象的转化过程，本质上是学生通过探究、协作构建数学认知结构的的活动。阶梯式培养策略强调根据学生的认知水平设计“最近发展区”内的建模任务，引导学生在教师支架的支持下逐步提升建模能力。

2. 能力发展的阶段性理论

心理学家皮亚杰的认知发展理论指出，青少年的思维发展从具体运算阶段向形式运算阶段过渡，高中阶段正是抽象逻辑思维迅速发展的关键期。数学建模能力的培养需顺应这一规律，从具体情境中的直观建模逐步过渡到抽象问题的符号建模，形成螺旋上升的发展路径。

（二）阶梯式培养框架的构建原则

1. 认知梯度原则

基于高中学生从“经验型抽象”到“理论型抽象”的思维发展特点，将建模能力培养划分为若干递进阶段，每个阶段设置匹配学生认知水平的目标与任务。

2. 学科融合原则

数学建模本质上是跨学科的思维活动，培养框架需有机整合物理、化学、经济等学科知识，设计真实或拟真的跨学科建模项目。

3. 实践导向原则

强调建模活动的实践性与情境性，通过真实问题驱动、项目式学习等方式，让学生在“做中学”中积累建模经验，形成模型思维。

（三）四阶阶梯式培养框架

基于上述原则，构建“认知启蒙—模型构建—综合应用—创新拓展”的四阶培养框架：

1. 认知启蒙阶段（高一上学期）：通过生活中的简单问题（如购物折扣、运动轨迹）引导学生认识数学模型的概念，初步体验“问题抽象—模型建立—模型应用”的基本流程。

2. 模型构建阶段（高一下学期至高二上学期）：结合函数、数列、几何等核心知识，学习经典数学模型的构建方法，如线性规划模型、三角函数模型等，侧重模型构建的逻辑训练。

3. 综合应用阶段（高二下学期至高三上学期）：设计跨学科建模项目（如环境污染治理、体育训练优化），整合多学科知识构建复杂模型，培养综合应用能力。

4. 创新拓展阶段（高三下学期）：鼓励学生自主发现现实问题并构建创新性模型，参与数学建模竞赛或科研项目，实现建模能力的迁移与创新。

三、阶梯式培养策略的具体实施路径

（一）课程体系的分层设计与资源开发

1. 基础课程中的建模渗透

在必修课程的教学过程中，教师可以深入挖掘和整合建模素材，将建模思想巧妙地融入到日常的教学活动中。例如，在讲解“函数”这一章节时，教师可以设计一个贴近学生生活的实际问题——“手机话费套餐选择”，引导学生通过分析不同套餐的资费标准和使用需求，建立分段函数模型。通过这种方式，学生不仅能够更好地理解分段函数的概念和应用，还能培养他们解决实际问题的能力。

同样，在“统计”章节的教学中，教师可以组织一个“校园学生视力调查”项目，让学生亲自参与数据的收集、整理和分析过程。通过这个项目，学生可以学习

如何运用统计方法来处理实际数据，从而培养他们的数据建模能力。在这个过程中，学生不仅能够掌握统计学的基本知识和技能，还能提高他们的数据分析和科学探究能力。

通过这些具体的教学活动，学生能够在实际情境中体验建模的过程，从而更好地理解 and 掌握数学知识，培养他们的创新思维和实践能力。

2. 校本课程的阶梯式开发

在开发《高中数学建模阶梯教程》时，我们设计了四个阶段的教学内容，帮助学生逐步掌握数学建模。第一阶段是认知启蒙，通过实际问题如超市排队优化和快递包装设计，激发学生兴趣并培养模型认知能力。第二阶段是模型构建，系统讲解经典模型如人口增长和复利计算，让学生掌握构建模型的基本方法。第三阶段是综合应用，设计跨学科专题如校园雨水收集和社区垃圾分类，提高学生的综合应用能力。最后是创新拓展阶段，提供开放性课题如城市交通拥堵治理和新能源汽车推广，激发创新思维和自主探究能力。

（二）教学方法的创新与实践

1. 问题驱动的建模教学模式

在教学中，我们采用了一种五步教学法，该方法遵循“真实问题—数学抽象—模型构建—模型验证—模型应用”的步骤。以“立体几何”建模教学为例，我们以“设计校园立方体雕塑基座”作为问题驱动，引导学生进行深入学习。首先，学生需要从实际问题中抽象出立方体体积、表面积等关键数学要素。接着，他们将构建一个旨在体积最大化同时材料成本最小化的优化模型。通过运用几何知识，学生将求解这个模型，并结合工程实际来验证模型的合理性。最终，学生将形成一个综合考虑了所有因素的校园立方体雕塑基座的最终设计方案。

2. 项目式学习（PBL）的跨学科整合

设计一个持续4到6周的长周期建模项目，例如“校园微农场产量优化”项目，要求学生综合运用多学科知识。在这个项目中，学生将负责测量植物生长数据（数学），分析光照和水分对产量的影响（生物、物理），建立产量预测模型（数学），并制定种植方案以评估其经济效益（经济）。通过这种跨学科的协作方式，学生能够培养出综合运用知识构建模型的能力。

（三）评价体系的多元化构建

1. 过程性评价与结果性评价结合

为了全面跟踪学生在建模学习过程中的成长与进步，我们建立了“建模档案袋”，其中详细记录了学生在不同阶段的表现。在认知启蒙阶段，学生通过问题分析笔

记和简单模型设计草图来展示他们对问题的理解和初步的建模能力。进入模型构建阶段，学生会记录下构建经典模型的详细过程，并撰写误差分析报告，以反映他们对模型精确度的追求和问题解决的深入思考。当学生进入综合应用阶段，他们将参与跨学科项目，并通过方案设计和团队协作记录来体现他们的综合应用能力和团队合作精神。最后，在创新拓展阶段，学生将提交自主课题的研究报告和模型创新点说明，这不仅展示了他们的创新思维，也反映了他们在建模领域的深入研究和独到见解。通过这样的档案记录，我们能够清晰地看到学生在建模学习道路上的每一步成长。

2. 多元主体参与评价

引入教师评价、学生互评、校外专家评价（如高校数学教师、企业工程师）等多元主体。例如，在“城市交通模型”项目中，邀请交通规划专家对学生模型的现实可行性进行评价，提升评价的专业性与实践性。

四、阶梯式培养策略的实践成效与反思

（一）实施成效分析

在某省示范性高中开展为期一学年的教学实验，选取两个平行班级作为实验班与对照班：实验班采用阶梯式培养策略，对照班沿用传统教学模式。实验结果显示：

1. 建模能力提升：实验班学生在期末建模专题测试中，平均成绩比对照班高 17.6%，在“问题抽象—模型构建”环节的得分率显著高于对照班。

2. 素养综合发展：实验班学生在“数学建模创新大赛”中的参与率达 82%，获省级以上奖项人数是对照班的 3.2 倍，且在数据分析、逻辑推理等核心素养指标上表现更优。

3. 学习兴趣激发：问卷调查显示，91% 的实验班学生认为阶梯式建模教学“提升了数学学习兴趣”，86% 的学生表示“能主动用数学模型解决生活问题”。

（二）面临的挑战与问题

1. 教师建模素养的不足

多数高中数学教师缺乏系统的建模训练，在复杂建模项目指导中存在能力短板，尤其在跨学科知识整合、真实问题转化等方面面临困难。

2. 教学时间与资源的制约

长周期建模项目与高中紧凑的教学进度存在矛盾，部分学校缺乏开展实地调研、实验数据采集的条件，限制了建模活动的真实性与深度。

3. 评价体系的完善空间

当前多元评价体系的操作复杂度较高，部分教师仍依赖传统笔试评价，对建模过程的质性评价缺乏科学工具与方法。

（三）未来发展展望

1. 信息技术与建模教学的深度融合

依托人工智能和大数据技术，我们成功开发了“数学建模智能教学平台”。该平台能够自动生成与学生认知水平相匹配的建模任务，实时分析学生在建模过程中的数据，并据此提供个性化的指导。此外，它还能够模拟真实场景，例如创建城市交通流的虚拟仿真环境，从而为学生提供一个接近现实世界的建模体验。通过这些功能，平台不仅增强了学生的学习体验，还提升了他们的建模能力和问题解决技巧。

2. 构建“高校—中学—企业”协同培养机制

我们与高校数学建模团队和企业研发部门紧密合作，共同建立了建模专家进校指导制度、企业真实问题转化为教学案例的机制，以及为中学生提供参与企业科研项目的实践通道。这些措施旨在提升建模教学的专业性和实践性，使学生能够更好地将理论知识应用于实际问题的解决中。

3. 深化建模素养与高考改革的衔接

探索将数学建模能力纳入高考评价体系，通过设置开放性建模试题、增加应用类题型比重等方式，引导中学数学教学重视建模素养培养，形成“教学—评价—素养发展”的良性循环。

结语

总之，高中数学建模能力的阶梯式培养策略，通过构建符合学生认知规律的递进式培养框架，实现了从知识传授到素养培养的教学转型。实践表明，该策略能有效提升学生的建模能力与问题解决素养，为核心素养的落地提供了可行路径。未来，需进一步深化信息技术融合、加强教师专业发展、完善协同培养机制，让数学建模真正成为培养学生创新思维与实践能力的重要载体，为创新型人才培养奠定坚实基础。

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部. 普通高中数学课程标准(2017年版2020年修订)[S]. 北京:人民教育出版社,2020.

[2] 史宁中,王尚志. 普通高中数学课程标准(2017年版)解读[M]. 北京:高等教育出版社,2018.

[3] 李大潜. 数学建模与素质教育[J]. 中国大学教学,2005(01):4-7.

[4] 曹一鸣,辛兴云. 中学数学建模教学的国际比较及启示[J]. 比较教育研究,2009(01):81-85.

[5] 张奠宙,王尚志. 数学教育学导论[M]. 北京:高等教育出版社,2003.

[6] 吴有昌,高凌飏. 数学建模教学:理念、实践与建议[J]. 课程·教材·教法,2011(03):46-51.