

# 新课标背景下高中生数学抽象素养培养的策略研究

——以“函数”为例

鲁玉萍

黄冈师范学院数学与统计学院, 湖北 黄冈

收稿日期: 2026年5月12日; 录用日期: 2026年6月17日; 发布日期: 2026年6月24日

## 摘要

《普通高中数学课程标准》将数学抽象列为六大核心素养之首, 函数是培养该素养的关键载体。针对当前高中函数教学存在的情境浅层化、概念教学机械化、评价功利化等问题, 本文界定数学抽象素养内涵, 构建情境直观 - 符号形式 - 结构系统三级递进水平体系, 提出情境具象化、概念生成化、多元表征转化、问题结构化、评价过程化五大培养策略, 并以《函数的概念》为例开展教学设计。实践表明, 该策略体系可有效促进学生抽象思维进阶, 为新课标下高中数学核心素养落地提供理论参考与实践范式。

## 关键词

新课标, 高中数学, 数学抽象素养, 函数教学, 培养策略

# Research on the Cultivation Strategies of Senior High School Students' Mathematical Abstract Literacy under the Background of the New Curriculum Standard

—Taking “Function” as an Example

Yuping Lu

School of Mathematics and Statistics, Huanggang Normal University, Huanggang Hubei

Received: May 12, 2026; accepted: June 17, 2026; published: June 24, 2026

## Abstract

“The General High School Mathematics Curriculum Standard” lists mathematical abstraction as the first of the six core competencies, and function is a key carrier for developing this competency. In response to the problems existing in current senior high school function teaching, such as superficial situation creation, mechanical concept teaching, and utilitarian evaluation, this paper defines the connotation of mathematical abstraction literacy, constructs a three-level progressive system of situational intuition—symbolic formalism—structural system, and puts forward five cultivation strategies: concretization of situations, generation of concepts, transformation of multiple representations, structuring of problems, and proceduralization of evaluation. Meanwhile, a teaching design is carried out with The Concept of Function as an example. Practice shows that this strategy system can effectively promote the advancement of students’ abstract thinking, and provide a theoretical reference and practical paradigm for the implementation of senior high school mathematics core competencies under the new curriculum standard.

## Keywords

New Curriculum Standard, Senior High School Mathematics, Mathematical Abstraction Literacy, Function Teaching, Cultivation Strategy

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

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

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



Open Access

## 1. 引言

数学抽象是数学学科的本质特征，也是学生形成逻辑推理、数学建模、直观想象等核心素养的重要前提。《普通高中数学课程标准（2017年版2020年修订）》明确将数学抽象置于六大核心素养之首，强调其在获得数学概念与规则、提出数学命题与模型、形成数学方法与思想、认识数学结构与体系中的关键作用。函数作为高中数学的枢纽性内容，是衔接代数、几何、概率与数学建模的核心载体，其概念生成、性质探究、模型应用的全过程，均是培育数学抽象素养的关键路径[1]。

当前高中函数教学仍存在明显的应试化倾向，重符号记忆轻概念生成、重解析式运算轻直观理解、重题海训练轻思维建构。教师多采用“定义-例题-练习”的传统模式，压缩概念抽象过程、弱化多元表征转化、忽视思维结构建构，导致学生对函数的理解停留在表层，难以完成从“变量说”到“对应说”的抽象跨越，更无法形成系统化的函数思想与抽象思维能力。基于此，本文以函数教学为切入点，界定数学抽象素养的内涵与层级，剖析教学现实困境，构建系统化培养策略并设计教学案例，为新课标下高中数学抽象素养的落地实施提供理论支撑与实践参考。

## 2. 相关研究综述

近年来，随着全球数学教育向素养导向转型，数学抽象素养、函数概念教学与核心素养培养已成为国内外数学教育研究的核心议题。现有研究在内涵界定、水平划分、教学路径与课例实践等方面积累了丰富成果，为本研究奠定了坚实理论基础，但同时也存在明显研究缺口。

### 2.1. 国外相关研究梳理

国外对数学抽象的研究起步较早，已形成成熟理论体系。在认知机制上，皮亚杰建构主义与 Van Hiele

几何思维水平理论共同揭示,抽象思维遵循从直观、分析到形式化、系统化的层级进阶规律。在函数教学方面,国外研究重点关注学生由“变量说”到“对应说”的认知障碍,强调单值对应、任意性等形式化理解难点,并证实多元表征、情境探究与反例辨析可有效降低抽象门槛。欧美课程标准普遍将抽象推理列为核心能力,倡导问题驱动、过程性教学与技术融合,为素养导向教学提供了实践依据[2]。

## 2.2. 国内相关研究梳理

国内研究以新课标为纲领,围绕数学抽象素养与函数教学开展了丰富本土化探索。学者们普遍认同数学抽象的三阶递进模型,为本文层级构建提供直接依据。在函数教学中,现有研究指出传统教学模式弱化概念生成与本质理解,主张多元表征与数形结合,但多局限于局部知识点。素养培养策略多为单一维度建议,缺乏系统化、全流程整合设计;相关课例虽多,却缺少与素养层级深度耦合、可推广的教学范式。

## 2.3. 国内外研究述评与本研究定位

综合来看,国内外研究已形成共识:数学抽象是核心素养的核心,函数是培养抽象素养的关键载体,素养培育需遵循从直观到形式的认知规律。但现有研究仍存在明显不足:缺少以函数为载体、贴合教学的数学抽象三级递进水平体系;策略设计零散碎片化,未形成一体化可落地的培养方案;理论研究偏多,具备实践检验、可直接用于课堂的素养导向函数教学范式较为缺乏。

本研究立足上述研究不足,以新课标为导向,系统界定数学抽象素养内涵,构建三级递进水平体系,提出五大一体化培养策略,并设计《函数的概念》完整教学案例,既弥补现有研究缺口,又为高中数学抽象素养落地提供理论参考与实践范式,具有明确的学术价值与实践意义。

## 3. 数学抽象素养的内涵与层级划分

### 3.1. 数学抽象素养的核心内涵

数学抽象是指舍去事物的非本质属性,抽取事物在数量关系和空间形式方面的本质特征,进而形成数学概念、数学关系、数学方法与数学结构的思维过程。它是数学学科区别于其他学科最根本的特征,也是学生形成逻辑推理、数学建模、直观想象等其他素养的前提。在高中阶段,数学抽象素养集中体现为:能从现实情境或数学实例中提炼数学特征;能用符号语言、图形语言准确表达数学对象;能理解数学概念的发生与发展过程;能把握知识之间的结构关联并迁移解决新问题。

### 3.2. 基于函数内容的数学抽象素养三级水平划分

结合新课标学业质量标准与高中函数教学内容,可将数学抽象素养划分为由低到高、逐级递进的三个水平,具体表现如表1所示。

## 4. 高中函数教学中数学抽象素养培养的现实困境

结合新课标教学要求与高中函数课堂实际来看,现阶段函数教学在数学抽象素养培育层面仍存在诸多突出问题,并未完全实现素养导向的教学转型,集中体现在以下五个方面,制约了学生抽象思维的良性发展。

### 4.1. 情境创设浅层化

教学情境设计冗余信息偏多、素材类型单一,与函数知识契合度不足,难以引导学生有效剥离非本质属性、提炼核心变量关系,无法为数学抽象提供稳定的直观支撑。

**Table 1.** Three-tiered levels of mathematical abstraction in function context**表 1.** 基于函数内容的数学抽象素养三级水平划分

| 素养水平 | 水平名称   | 核心表现                                      | 函数模块对应                                |
|------|--------|---|---------------------------------------|
| 水平 1 | 情境直观抽象 | 能从具体实例、生活情境、直观图像中识别数学特征,用自然语言描述规律,形成初步感知  | 能从气温、路程、面积等实例中看出两个变量之间的“依赖关系”         |
| 水平 2 | 符号形式抽象 | 能将直观规律转化为符号语言、形式化定义,理解概念的严谨性与限制性,掌握数学表达规则 | 能用“任意性”符号语言表述单调性、奇偶性,理解函数定义中的“对应关系”   |
| 水平 3 | 结构系统抽象 | 能把握知识本质与结构体系,能将抽象方法迁移到陌生情境,构建模型并解决综合问题    | 能整合函数性质、图像、模型,形成函数思想,解决跨章节综合问题与实际应用问题 |

## 4.2. 概念教学重结论轻生成

教师多采用“直接呈现定义 + 例题训练”的模式,压缩甚至省略概念归纳、概括、辨析的抽象过程,学生被动记忆符号与结论,难以理解函数“单值对应”的本质,抽象素养培育根基薄弱。

## 4.3. 知识表征方式单一

课堂过度依赖解析式表征,弱化文字、表格、图像等多元表征与互化训练,重“数”轻“形”、重运算轻理解,导致学生数形割裂、思维固化,难以完成形象直观到符号形式的抽象跨越。

## 4.4. 问题设计缺乏梯度

问题以低阶记忆、机械计算为主,缺少指向归纳概括、本质探究、结构建构的高阶问题;整体设计碎片化、无层级递进,无法推动学生从情境抽象向符号抽象、结构抽象有序进阶。

## 4.5. 评价体系功利化

以终结性纸笔测试为主要评价方式,过度关注解题结果与分数,忽视概念建构、符号表达、思维逻辑等过程性表现,导致教学与学习均偏向应试,难以落实素养培育目标。

## 5. 新课标导向下函数教学中数学抽象素养的培养策略

数学抽象素养的形成遵循由直观到形式、由零散到系统的渐进规律。结合高中函数教学内容与学生认知特点,立足情境直观抽象、符号形式抽象、结构系统抽象三级水平,构建情境具象化、概念生成化、多元表征转化、问题结构化、评价过程化五大培养策略,推动抽象素养逐层进阶。

### 5.1. 情境具象化策略: 搭建直观支架, 激活抽象起点

情境具象化是实现从现实经验到数学抽象的首要环节,旨在为学生提供可观察、可对比、可归纳的典型素材,帮助其剥离非本质属性,提炼数量关系与变化规律。教学中应选取生活实例、数学问题、科学现象等多元情境,突出双变量依赖、单值唯一对应的核心特征,避免冗余信息干扰抽象过程。例如在函数概念引入时,可同步呈现气温变化曲线、边长与面积运算关系、价格与销量统计三类情境,引导学生在观察、比较中归纳共性,自然形成对“变量依存、唯一对应”的直观感知,为后续形式化抽象奠定经验基础。

## 5.2. 概念生成化策略：还原抽象路径，深化本质理解

数学概念的价值在于生成过程而非结论记忆。概念生成化策略强调让学生亲历实例观察 - 共性归纳 - 符号转化 - 规范定义 - 反例辨析的完整抽象路径，真正理解概念的逻辑内涵与严谨性。以函数的单调性教学为例，先通过图像直观描述升降趋势，再限定区间范围，接着用  $x_1$ 、 $x_2$  与  $f(x_1)$ 、 $f(x_2)$  完成符号表达，最终形成任意  $x_1 < x_2$ ，都有  $f(x_1) < f(x_2)$  的形式化定义，并借助反例强化“区间性”与“任意性”。这一过程使学生从被动接受转为主动建构，深刻把握函数性质的抽象本质[3]。

## 5.3. 多元表征转化策略：打通数形壁垒，提升抽象能力

函数具有文字、表格、图像、解析式四种核心表征，多元表征转化是发展抽象能力的关键路径。教学中应强化四种表征间的灵活互化，引导学生在“由表及图、由图析式、由式构义”中实现思维进阶。例如指数函数教学可遵循“生活实例→数据表格→图像曲线→解析表达式→性质归纳”的转化链条，使学生逐步脱离具体对象，完成从直观形象到符号形式再到结构系统的抽象提升，建立数形结合的整体认知。

## 5.4. 问题结构化策略：构建递进链题，推动素养进阶

问题结构化策略以层级化问题链驱动抽象思维发展，按照基础层 - 提升层 - 拓展层设计梯度问题，分别对应情境直观抽象、符号形式抽象、结构系统抽象三级目标。基础层问题聚焦情境感知与概念识记，帮助学生巩固核心知识；提升层问题指向符号表达、逻辑推理与概念辨析，推动形式化抽象形成；拓展层问题侧重知识整合、模型建构与迁移应用，助力学生达成结构系统抽象。分层递进的问题设计可有效避免思维断层，实现抽象素养平稳进阶。

## 5.5. 评价过程化策略：实施素养评价，实现以评促教

构建过程性与终结性相结合的素养导向评价体系，突破单一纸笔测试的局限。评价内容覆盖情境观察、归纳概括、符号表达、概念辨析、结构迁移等抽象素养关键维度；评价方式采用课堂观察、表达展示、过程作业、项目探究、素养习题等多元形式，重点关注学生概念建构、思维发展与语言表达的过程表现。通过及时、具体、针对性的反馈，引导教师优化教学、促进学生反思提升，真正实现以评促教、以评促学[4]。

为进一步落实素养导向的课堂落地实施，明晰各项培养策略的实施逻辑与实践路径，增强教学指导的系统性与可操作性[5]，现将五大培养策略对应的素养发展目标、课堂实施工具、实践路径及函数教学典型应用案例进行整合梳理，构建系统化教学实施体系，具体内容如下表 2 所示。

**Table 2.** Strategy system for fostering mathematical abstraction in function instruction

**表 2.** 函数教学中数学抽象素养培养策略体系表

| 策略名称   | 核心指向           | 实施路径           | 教学工具            | 典型应用案例        |
|--------|----------------|----------------|-----------------|---------------|
| 情境具象化  | 水平 1           | 实例引入→观察比较→提炼共性 | 生活情境、直观图像、数据表格  | 函数概念引入、指数函数背景 |
| 概念生成化  | 水平 2           | 实例→归纳→符号→定义→辨析 | 定义生成单、反例辨析、语言转化 | 函数单调性、奇偶性概念教学 |
| 多元表征转化 | 水平 1→水平 2→水平 3 | 文字↔表格↔图像↔解析式互转 | 表征转换任务单、函数图像工具  | 基本初等函数图像与性质   |

续表

|       |        |                    |                    |                   |
|-------|--------|--------------------|--------------------|-------------------|
| 问题结构化 | 水平 3   | 基础链→提升链→拓展链<br>递进  | 问题链、分层任务、<br>综合题组  | 函数性质综合、函<br>数模型应用 |
| 评价过程化 | 素养整体提升 | 过程观察→展示表达→作<br>业诊断 | 素养量表、课堂记<br>录、成长档案 | 全课堂贯穿、单元<br>素养检测  |

## 6. 基于数学抽象素养的《函数的概念》教学设计

### 6.1. 教学设计思路

以高一学生认知为基础，遵循情境感知 - 共性提炼 - 符号表征 - 本质辨析 - 结构建构的抽象思维路径，实现从初中“变量说”到高中“对应说”的跨越，落实三级数学抽象素养目标，具体流程如图 1 所示。

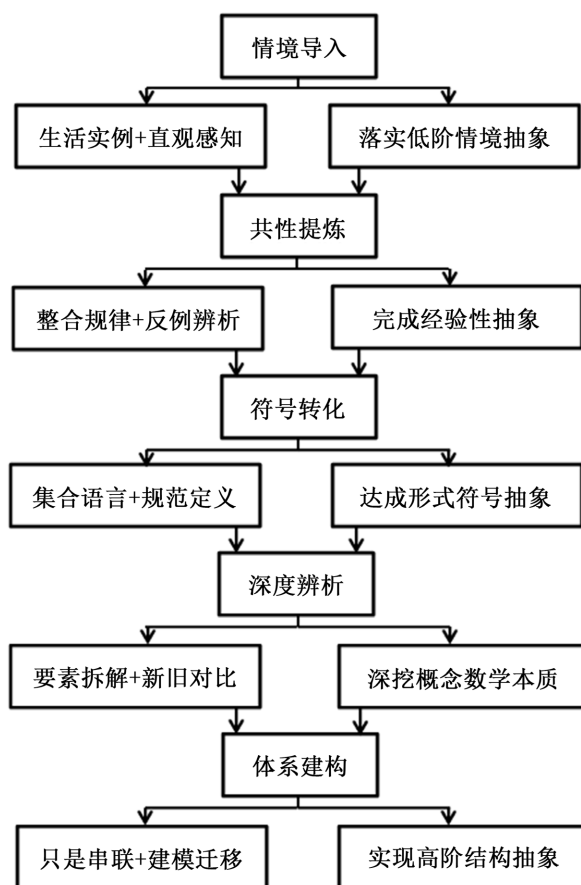


Figure 1. Flowchart of the teaching case: “The Concept of Functions”

图 1. 《函数的概念》教学案例流程图

### 6.2. 教学目标

- (1) 借助实例归纳变量间的依赖关系与唯一对应性，达成情境直观抽象；
- (2) 理解函数集合定义与符号表达，掌握三要素，达成符号形式抽象；
- (3) 能运用定义判断  $f: A \rightarrow B$  是否为函数，构建函数知识框架，初步形成结构系统抽象；

### 6.3. 教学重难点

- (1) 重点：函数的集合定义、三要素、单值对应本质；
- (2) 难点：从“变量说”到“对应说”的抽象跨越，理解“任意、唯一”的形式化内涵。

### 6.4. 教学过程

- (1) 情境导入，感知抽象原型

呈现气温变化、边长与面积、价格与销量三类典型实例，引导学生观察变量关系，初步感知“双变量依存、单值唯一对应”的核心特征，达成素养水平-情境抽象目标，为概念生成筑牢直观基础。

- (2) 共性提炼，完成经验抽象

组织学生对比分析、归纳共性，结合“一对多”等反例辨析，强化函数必须满足“唯一确定对应”的本质属性，完成从零散具象经验到一般规律的提炼，搭建直观感知到符号抽象的思维桥梁。

- (3) 符号转化，实现形式抽象

用集合与对应语言规范表述函数定义，聚焦“非空数集、任意、唯一”等关键词，引导学生完成从自然语言到数学符号语言的转化，达成形式化抽象。

- (4) 深度辨析，夯实概念理解

围绕函数三要素、函数与非函数的边界、初高中定义差异展开辨析，帮助学生突破理解误区，深化对函数本质的认识[6]。

- (5) 体系建构，达成结构抽象

整合函数概念、表示方法、三要素等内容，构建知识结构，并通过简单实际问题进行建模应用，实现抽象素养的迁移与提升。

### 6.5. 教学实施总结

本次教学实践贴合学生认知进阶规律，有效激活数学抽象思维，整体教学效果良好。学生能够在真实情境中主动观察、比较与归纳，逐步自主提炼出变量之间的对应关系，参与概念生成的积极性明显提高。在概念辨析环节，多数学生可以准确把握函数“任意、唯一”的核心内涵，顺利完成从初中“变量说”到高中“对应说”的思维过渡。课堂上，学生能够自然地在文字、表格、图像与解析式之间进行转换，抽象思维得到有效激活。整体而言，本次教学实践贴合学生认知规律，较好地落实了数学抽象素养的培养目标，教学过程顺畅、可操作性强，能够在常规高中数学课堂中直接推广使用。

## 7. 结论与展望

本文以新课标为依据，以高中函数教学为载体，界定数学抽象素养的核心内涵，构建情境直观抽象、符号形式抽象、结构系统抽象三级递进水平，剖析当前函数教学中抽象素养培育的五大现实困境，形成情境具象化、概念生成化、多元表征转化、问题结构化、评价过程化一体化培养策略，并完成《函数的概念》素养导向教学设计。研究表明，遵循“直观感知-符号抽象-结构建构”的思维进阶规律，将五大策略系统融入函数教学全流程，能够有效衔接具体经验与形式化抽象，显著提升高中生的数学抽象思维层级，可为新课标下高中数学素养导向教学提供科学的理论参考与可落地的实践范式。

未来可基于本文理论框架开展课堂实证研究，通过教学观测、学情数据分析等方式检验策略的实施效果；进一步将培养体系拓展至指数函数、对数函数、导数等函数相关模块，丰富抽象素养培养的案例库；同时探索信息技术与抽象素养教学的深度融合路径，完善过程性评价工具，持续推动高中数学核心素养教学落地深化。

---

## 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] 张玉肃.指向逻辑推理及数学抽象的课例研究[J].中国教育学刊,2025(S2):124-126.
- [3] 周莎,龙宝新.从初高中衔接视角谈数学抽象能力培养——以“函数的单调性”教学为例[J].天津师范大学学报(基础教育版),2025,26(2):39-43.
- [4] 燕洁.以概念教学促发展:高中生数学抽象素养的培养路径[J].教育理论与实践,2026,46(2):53-57.
- [5] 刘阳.结构化视域下高中数学核心概念教学的实践研究——评《基于数学抽象的高中数学概念教学》[J].应用化工,2024,53(2):523.
- [6] 苏灿强.新课改理念下高中数学课堂教学实践研究——评《核心素养下高中数学课堂教学探索与研究》[J].教育发展研究,2025,45(18):2.