

分类号: G633.91
学 号: 20232106075

密 级:
单位代码: 10759

石河子大学

硕 士 学 位 论 文



基于培养学生科学思维的高中生物科学史的教学 学 实 践 研 究

学 位 申 请 人	王红升
指 导 教 师	阎平教授 陶锦高级教师
申 请 学 位 类 别	专业硕士
专 业 名 称	教育
研 究 领 域	学科教学(生物)
所 在 学 院	生命科学学院

中国·新疆·石河子
2026年5月

分类号：
学号：20232106075

密级：
单位代码：10759

石河子大学

硕士学位论文



基于培养学生科学思维的高中生物科学史的教学 学实践研究

学位申请人	王红升
指导教师	阎平教授 陶锦高级教师
申请学位类别	专业硕士
专业名称	教育
研究领域	学科教学（生物）
所在学院	生命科学学院

中国·新疆·石河子
2026年5月

**A Teaching Practice of History of Biology in Senior High School
to Cultivate Students' Scientific Thinking**

A Dissertation Submitted to

Shihezi University

In Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Education

By

Wang HongSheng

Subject Teaching(Biology)

Dissertation Supervisor: Prof. Yan Ping

Senior Teacher Tao Jin

May, 2026

石河子大学学位论文独创性声明及使用授权声明

学位论文独创性声明

本人所呈交的学位论文是在我导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含其他个人已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中作了明确的说明并表示谢意。

研究生签名：王红升

时间：2016年5月15日

使用授权声明

本人完全了解石河子大学有关保留、使用学位论文的规定，学校有权保留学位论文并向国家主管部门或指定机构送交论文的电子版和纸质版。有权将学位论文在学校图书馆保存并允许被查阅。有权自行或许可他人将学位论文编入有关数据库提供检索服务。有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

研究生签名：王红升

时间：2016年5月15日

导师签名：阙平

时间：2016年5月15日

摘要

作为生物学学科核心素养的重要组成部分，科学思维的培养一直是教育学领域的研究重点与难点。《普通高中生物学课程标准》（2017年版2020年修订）强调借助生物科学史的教学来促进学生科学思维的发展。在此背景下，如何运用生物科学史资源有效提升学生的科学思维，已成为全体生物学教师急需面对的关键议题。因此，本研究聚焦于生物科学史培养学生科学思维能力的教学策略展开实践研究。

本研究采用文献研究法、问卷调查法、访谈法、教育实验研究法、课堂观察法等方法，阐释了生物科学史、科学思维及相关概念的界定范畴，并剖析了科学思维的具体构成要素。随后，利用问卷调查法和访谈法对石河子市高中生物教师和学生进行了生物科学史培养科学思维的现状调查。同时，针对2019年人教版高中生物教材中的生物科学史素材进行详尽梳理，归纳其中蕴含的主要科学思维能力；并分析近3年来全国统一高考生物科目的生物科学史题型中考查的科学思维能力。最后，本研究选取石河子市某高中高一两个平行班级作为实验对象，实验班采用“科学史-论证”教学模式，对照班采用传统的讲授式教学模式开展教学实践，深入探究“科学史-论证”教学模式在培育学生科学思维方面的应用效果。

问卷调查结果和教师访谈结果表明目前高中生物教师运用生物科学史教学培养学生的科学思维还存在高中生物课课时紧张、教师专业培训不充分、教师普遍采用传统的讲授式教学模式等情况。本研究针对上述生物科学史教学和科学思维培养的教学现状，也向一线生物教师提出了相关教学建议。与此同时，经过一学期的教学实践检验，本研究依托科学思维水平量表、科学思维能力测试题及课堂观察记录表等多维评估工具开展分析，测量了实验班与对照班在教学实践前后科学思维水平和科学思维能力的变化。（1）分析科学思维水平量表的后测结果可知，实验班平均值61.26显著高于对照班平均值58.31，平均值相差2.95（ $P<0.05$ ）。（2）分析科学思维能力后测试题的五个维度具体得分可知，在归纳与概括维度，实验班的平均分13.41显著高于对照班的平均分11.41，平均分数相差2（ $P<0.05$ ）；在模型与建模维度，实验班的平均分18.07显著高于对照班的平均分14.24，平均分数相差3.83（ $P<0.05$ ）；在批判性思维维度，实验班的平均分8.41显著高于对照班的平均分6.62，平均分数相差1.79（ $P<0.05$ ）。（3）分析科学思维能力后测试题得分可知，实验班平均分58.54显著高于对照班的平均分49.73，平均分数相差8.81（ $P<0.05$ ）。（4）分析课堂观察记录表得分可知，实验班学生在生物科学史课堂上的学习表现优于对照班。

研究结论如下：随着“科学史-论证”教学模式的推进，实验班学生在科学思维水平和科学思维能力方面相比对照班都取得显著提升。“科学史-论证”教学模式相比传统的讲授式教学模式能够更加有效培养学生的科学思维。此外，笔者在教学实践中采用的教学设计案例与科学思维评估工具，也为一线高中生物教师运用生物科学史促进学生科学思维的培养提供了具体可操作的实践范例。

关键词：高中生物学；科学史教学；科学思维能力

ABSTRACT

As an essential component of the core literacy of biology discipline, the cultivation of scientific thinking has long been a key and difficult research focus in the field of pedagogy. The General High School Biology Curriculum Standard (2017 Edition, Revised in 2020) emphasizes promoting the development of students' scientific thinking through the teaching of the history of biological science. Against this background, how to effectively improve students' scientific thinking by utilizing resources of the history of biological science has become a crucial issue that all biology teachers urgently need to address. Therefore, this study conducts practical research focusing on the teaching strategies for cultivating students' scientific thinking ability with the history of biological science.

This study adopts research methods including literature research, questionnaire survey, interview, educational experiment and classroom observation. It defines the connotations of the history of biological science, scientific thinking and other relevant concepts, and analyzes the specific constituent elements of scientific thinking. Afterwards, questionnaire surveys and interviews are carried out among senior high school biology teachers and students in Shihezi City to investigate the current status of cultivating students' scientific thinking via the history of biological science. Meanwhile, this thesis systematically sorts out the materials of biological science history in the 2019 PEP edition of senior high school biology textbooks and summarizes the core scientific thinking abilities embodied therein. It also explores the scientific thinking competencies examined by biology history-related questions in the national college entrance examination biology thesis over the past three years. In the final stage, two parallel Grade 10 classes of a senior high school in Shihezi City are selected as research subjects. The experimental class is implemented with the History of Science-Argumentation teaching model, while the control class adopts the traditional lecture-based teaching mode. Corresponding teaching practices are conducted to further explore the practical effects of this teaching model on the cultivation of students' scientific thinking.

The results of questionnaires and teacher interviews reveal that there still exist prominent problems in the current cultivation of students' scientific thinking through the teaching of biological science history in senior high schools, such as tight class hours for biology courses, inadequate professional training for teachers, and the prevalent adoption of the traditional lecture-based teaching mode. In view of the above-mentioned current situation of biological science history teaching and scientific thinking cultivation, this study puts forward targeted teaching suggestions for frontline biology teachers. Meanwhile, after one semester of teaching practice, this study conducted data analysis by adopting multi-dimensional evaluation tools including the scientific thinking level scale, scientific thinking ability test papers and classroom observation records, so as to compare the changes in the scientific thinking level and ability of students in the experimental class and the control class before and after the teaching intervention. (1) The post-test results of the scientific thinking level scale show that the average score of the experimental class was 61.26, which was significantly higher than 58.31 of the control class, with an average difference of 2.95 ($P < 0.05$). (2) In terms of the five dimensions of the post-test of scientific thinking ability: in the dimension of induction and generalization, the average score of the experimental class was 13.41, significantly higher than 11.41 of the control class, with a mean difference of 2 ($P < 0.05$); in the dimension of model construction, the average score of the experimental class reached 18.07, which was obviously higher than 14.24 of the control class, with a difference of 3.83 ($P < 0.05$); in the dimension of critical thinking, the

experimental class scored an average of 8.41, surpassing the control class's 6.62 by 1.79 ($P < 0.05$). (3) The overall post-test scores of scientific thinking ability indicate that the average score of the experimental class was 58.54, significantly higher than 49.73 of the control class, with an average difference of 8.81 ($P < 0.05$). (4) According to the scores of classroom observation records, students in the experimental class presented better learning performance in biology science history classes than those in the control class.

The research conclusions are drawn as follows: With the implementation of the History of Science-Argumentation teaching model, students in the experimental class achieved significant improvements in both the level and ability of scientific thinking compared with those in the control class. Compared with the traditional lecture-based teaching mode, the History of Science-Argumentation teaching model can cultivate students' scientific thinking more effectively. In addition, the instructional design cases and scientific thinking assessment tools adopted in this teaching practice provide concrete and operable practical examples for frontline senior high school biology teachers to promote the cultivation of students' scientific thinking by applying the history of biological science.

Key words: Senior high school biology; History of science teaching; Scientific thinking ability

目录

摘要	I
ABSTRACT	II
第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 新课标要求	1
1.1.2 教学实践需要	1
1.1.3 生物科学史的育人价值	2
1.2 研究目的及意义	3
1.2.1 研究目的	3
1.2.2 研究意义	3
1.3 国内外研究情况	4
1.3.1 生物科学史国内外研究情况	4
1.3.2 科学思维国内外研究情况	6
1.3.3 研究述评	8
1.4 研究内容	8
1.5 研究思路与方法	9
1.5.1 研究思路	9
1.5.2 研究方法	10
第 2 章 概念界定和理论基础	12
2.1 概念界定	12
2.1.1 生物科学史	12
2.1.2 科学思维	12
2.2 理论基础	14
2.2.1 建构主义学习理论	14
2.2.2 最近发展区理论	15
2.2.3 发现学习理论	15
第 3 章 运用生物科学史教学培养学生科学思维的现状调查	16
3.1 问卷调查	16
3.1.1 问卷设计	16
3.1.2 问卷信度及效度检验	16

3.1.3 教师问卷调查结果	17
3.1.4 学生问卷调查结果	27
3.2 教师访谈	33
3.2.1 访谈提纲设计	33
3.2.2 访谈对象	34
3.2.3 访谈结果	34
第 4 章 高中生物科学史内容梳理与教学模式设计	40
4.1 2019 年人教版教材生物科学史内容与科学思维能力梳理	40
4.2 2023-2025 年全国高考试题考查的生物科学史及其科学思维能力	40
4.3 科学史-论证教学模式设计	43
4.3.1 科学史-论证教学模式的设计过程	43
4.3.2 科学史-论证教学模式的设计理念	45
第 5 章 运用科学史-论证教学模式培养科学思维能力的教学实践分析	47
5.1 教学实践设计	47
5.2 教学实践过程	48
5.2.1 前期准备	48
5.2.2 授课阶段	48
5.3 教学实践评价与分析	69
5.3.1 评价方式	69
5.3.2 科学思维水平量表的结果与分析	70
5.3.3 科学思维能力测试试题各维度平均分和成绩分析	71
5.3.4 科学史-论证教学模式的课堂观察记录分析	74
第 6 章 结论与展望	76
6.1 研究结论	76
6.2 研究不足与展望	77
6.2.1 研究不足	77
6.2.2 创新之处	77
6.2.3 研究展望	77
参考文献	79
附录 A 高中生物科学史教学培养学生科学思维的现状调查（教师问卷）	83
附录 B 高中生物科学史教学培养学生科学思维的现状调查（学生问卷）	85
附录 C 教师访谈题目	86
附录 D 2019 年人教版教材生物科学史内容与科学思维能力梳理	87
附录 E 学生制作的 DNA 双螺旋平面结构模型展示	92

附录 F 科学思维水平评价量表（前测）	95
附录 G 科学思维水平评价量表（后测）	97
附录 H 科学思维能力前测试题	99
附录 I 科学思维能力后测试题	104
致谢	109
作者简介	110

第1章 绪论

1.1 研究背景

1.1.1 新课标要求

根据《普通高中生物学课程标准》（2017年版2020年修订），高中生物学学科核心素养由四大要素构成，主要包括生命观念、科学思维、科学探究以及社会责任。其中，科学思维作为关键育人目标之一，是指学生通过对归纳概括、演绎推理、模型建模和批判性思维等方法的应用，获得深入解析并解释生物现象及其内在规律的思维能力。这一理念在课程设计中得到了系统化体现与实践支持，旨在提高学生对生物相关的社会问题进行考察或论证的能力^[1]。新课标这一要求旨在让教师转变传统教学模式，从单纯知识传授转向能力培养，引导学生通过生物学学习形成理性思考习惯。同时新课标特别指出，教师应利用课程资源，如生物科学史素材，培养学生的证据意识和科学思维能力。新课标建议教师在教学中融入历史探究过程，帮助学生理解科学知识的动态发展过程。面对新时代教育改革，高中生物教学必须响应新课标的理念，设计实践活动以提升学生的科学思维。然而，当前许多教师对学生科学思维能力的培养还远远不足，由于缺乏系统方法等原因，导致学生科学思维能力发展滞后。因此，本研究旨在通过探索生物科学史融入生物学核心素养的路径，以回应新课标对科学思维能力培养的迫切需求。

1.1.2 教学实践需要

笔者对2023至2025年近三年全国高考生物试卷的研究显示（如下表1-1所示），仅生物科学史相关考题在过去三年就达到16道。其中多数题目以生物科学史为背景，借助基础知识载体考察学生的科学思维能力^[2]。将科学思维训练融入生物科学史题型并进行量化评估，正是《普通高中生物学课程标准》（2017年版2020年修订）在高考命题层面的具体落实。

表 1-1 2023-2025 年全国高考卷中生物科学史试题整理分析

试题来源	涉及的生物科学史内容
2023 年（北京卷）第 16 题	科学家成功分离并纯化微生物
2023 年（天津卷）第 5 题	孟德尔和摩根等科学家采用的经典实验研究方法
2023 年（辽宁卷）第 1 题	细胞学说建立的观察法、归纳法等科学研究方法
2023 年（江苏卷）第 3 题	确定生物进化关系的科学证据
2023 年（浙江卷）第 1 题	结晶牛胰岛素的人工合成
2023 年（广东卷）第 5 题	细胞学说修正、达尔文进化论等科学史
2024 年（北京卷）第 6 题	摩尔根果蝇遗传图谱
2024 年（天津卷）第 8 题	艾弗里的肺炎链球菌转化实验
2024 年（广东卷）第 4 题	生物科学家研究核心技术
2024 年（广西卷）第 8 题	屠呦呦发现青蒿素
2024 年（重庆卷）第 5 题	科学家对免疫系统组成的科学发现史
2024 年（甘肃卷）第 5 题	遗传物质探索经典实验
2025 年（北京卷）第 5 题	梅塞尔森和斯塔尔证明 DNA 半保留复制的实验
2025 年（河南卷）第 7 题	达尔文进化理论
2025 年（湖南卷）第 2 题	科学家经典实验
2025 年（广东卷）第 3 题	细胞膜结构探索史

同时通过对 2019 年人教版高中生物学教材的梳理发现，教科书中含有大量的科学史素材，这些生物科学史内容阐述了国内外科研工作者的科学态度、探索过程和科学精神，是培养学生科学思维能力的良好教学资源。综上所述，在课堂中合理运用生物科学史进行教学是当前的教师需要做到的。

1.1.3 生物科学史的育人价值

生物科学史不仅是生物学知识发展的过程，更是科学家们对未知世界的探索过程的体现。通过学习生物科学史，可以让学生了解到科学研究的过程，感受科学思维能力的产生与发展，锻炼自身的质疑精神和批判意识。近年来国外教育研究指出，生物科学史教学可以有效提高学生的科学素养和创新能力。国内教育界也越来越关注生物科学史的育人价值，近年来有关的研究文献数量急剧增长。生物科学史教学可以帮助学生树立正确的世界观和方法论，养成严谨的科学态度以及敢于探索的精神，为学生今后的发展打下良好的基础^[3]。生物科学史在教育领域展现出显著的应用价值，是构成培养学生科学思维素养的核心途径之一。

1.2 研究目的及意义

1.2.1 研究目的

本研究旨在全面贯彻并落实《普通高中生物学课程标准》（2017年版2020年修订）的要求，以生物科学史为载体，探索并在教学实践中落实对学生科学思维能力的培养^[4]。

因此，本文的研究目的有以下几点：

（1）通过梳理高中生物教材中的生物科学史素材，挖掘其中显性与隐性的思维教育元素，应当深入探究生物科学史教育在促进归纳与概括、演绎与推理、模型与建模、批判性思维与创造性思维等具体科学思维能力中的潜在价值及其内在关联机制。

（2）通过改变传统教学中对科学史的简单化处理，将其转化为培养学生科学思维的有效教学资源，从而在理论层面丰富生物科学史的育人内涵，为落实生物学学科核心素养提供切实的切入点。

（3）构建基于培养学生科学思维的高中生物科学史教学模式，本研究通过教学实践的验证，评估其有效性，并为一线高中生物教师提供可操作性的教学模式。具体而言，本研究将结合高中生的认知发展规律，设计一系列以问题解决为导向、以科学思维能力培养为核心的生物科学史教学案例，引导学生像科学家那样思考，并重现科学发现的思维过程。通过在实际课堂中的教学干预，运用科学思维测评工具对学生的科学思维水平和科学思维能力变化进行量化分析与质性评价，验证“科学史-论证”教学模式在提升学生科学思维方面的实际效果。这不仅有助于学生深入理解生物学概念的本质，掌握科学研究的一般方法，还能帮助教师转变教学观念，提升挖掘教材深度和驾驭生物科学史教学的能力，从而促进教师专业发展，最终实现“教”与“学”方式的共同转变，为高中生物学教学质量的提升提供实证支持与教学范式。

1.2.2 研究意义

（1）理论意义

本研究在于深化了生物科学史教学在培养高中生科学思维方面的理论内涵。首先，通过深度挖掘生物科学史中蕴含的演绎推理、模型建构及批判性思维等要素，本研究将抽象的“科学思维”具体化为可操作的历史认知过程，丰富了建构主义学习理论、最近发展区学习理论、发现学习理论在高中生物学科中的应用场景。此外，从科学思维发展的视角重新审视教材中的史料资源，有助于完善生物学学科核心素养的理论体系，为解释生物科学史教学如何促进学生从单纯的“知识习得”向深层的“思维进阶”转化提供

了新的学理依据。

(2) 实践意义

本研究在于为一线高中生物教师提供了具有实操性的教学模式与丰富的案例资源。长期以来，高中生物科学史教学常流于形式，容易异化为简单的“故事阅读”或史实记忆，缺乏思维深度。本研究通过具体的教学实践，探索出基于生物科学史培养学生归纳概括、演绎推理及创造性思维等科学思维能力的有效路径，有助于切实改变当前课堂“重结论、轻过程”的教学现状。同时，教学中能引导学生“重演”科学家的探究历程，使其在历史情境中掌握科学研究方法，提升解决实际生物学问题的能力，从而真正培养学生的科学思维。此外，本研究开发的一系列教学案例设计与科学思维评价工具，可为教师开展校本教研、优化生物课程资源以及改进教学评价提供一定的参考。

1.3 国内外研究情况

1.3.1 生物科学史国内外研究情况

1.3.1.1 生物科学史国外研究

国外关于科学史融入教育的研究起步较早，其研究焦点经历了从“为何融入”到“如何融入”的转变，研究范式也由早期的理念倡导，发展为后期的实证检验与策略优化。

(1) 早期：科学史教育价值的奠基与学科定位

20世纪初，科学史的教育价值开始受到国外学者的关注。1917年，英国科学促进会呼吁用历史方法打破文理壁垒，将科学史视为“溶剂”^[5]。这一时期的讨论侧重于宏观教育理念。科学史学科奠基人乔治·萨顿（Sarton G）对科学史的双重学科属性进行了界定，指出其既属于历史学科也属于科学学科，并强调科学史是培养科学家和历史学家不可或缺的通识基础^[6]。这一论述从学理上确立了科学史在高等教育中的独立地位。

(2) 中期：教学目标的分化与哲学思辨

20世纪70至80年代，国外学者的研究重点转向科学史“如何教”以及“为何而教”。拉卡托斯（Lakatos I）从哲学高度阐明了科学史与科学哲学的辩证关系^[7]，为科学史进入课堂提供了认识论依据。拉塞尔（Russell T L）明确提出了科学史融入教学的具体问题，并敏锐地指出了当时研究中的两大目标分歧：情感目标（改善学生对科学的态度）与认知目标（帮助学生理解科学本质与方法）^[8]。这一时期的国外研究从单纯的价值倡导，转向对教学目标的精细化辨析，国外学者们逐渐意识到科学史既能用于“激发兴趣”，也能用于“深化理解”。

(3) 近期：教学策略的多元化与实证深化

21 世纪以来,国外科学史研究更注重微观课堂的实证检验与策略开发,呈现出鲜明的实践取向。教学策略的构建:学者们开始探索具体的教学模式。例如,林(Lin H)教授通过干预项目证实,科学史教学能有效帮助学生规避前人的错误观念,提升问题解决能力^[9]。莱特(Leite L)通过对教科书的分析,指出科学教材虽包含历史内容,但不足以让学生真正理解科学和科学家,因此呼吁编写者给予更多重视^[10]。应对现实困境的功能:麦科马斯(McComas W F)则聚焦生物教学,提出将生物学概念与历史叙事结合,强调适度的历史背景能显著增强教学的感染力与意义^[11]。

1.3.1.2 生物科学史国内研究

国内关于科学史融入教育的研究虽晚于国外,但发展迅速。其演进脉络与我国基础教育课程改革紧密相连,研究焦点经历了从宏观倡导到微观策略、从关注知识到聚焦素养的转变。

(1) 早期:价值倡导与形式探索

20 世纪 90 年代初,国内科学史教育研究开始起步。1991 年召开的成都会议具有标志性意义,不仅回顾了已有工作,更展示了当时以专题讲座、幻灯片等为主要形式的推广活动^[12],反映出这一时期的研究尚处于经验总结与形式探索阶段。随后,郭金彬从理论层面深化了研究,提出科学史教学的核心在于揭示“思想依据”和“思想方法”,并将其与激发创造性思维、提高学生素质联系起来^[13]。这一观点跳出了单纯的知识补充范畴,开始触及科学史的思维训练价值。

(2) 中期:新课改背景下的价值重估

进入 21 世纪,随着新课程改革的推进,科学史的研究迎来转折。谢春艳明确指出了“学科科学史”作为长期被忽视的教学资源,其价值因新课程的实施而得以凸显^[14]。这一时期的论述不再停留于“要不要用”,而是转向“为什么重要”,并首次将科学史与“科学素养”的培养紧密挂钩。李安静则进一步深入到教学机理层面,强调科学史教育的核心在于引导学生“反思科学研究过程”,通过“亲历”科学家的探究过程,理解科学的本质^[15]。这表明研究视角已从教学资源拓展转向学习方式变革。

(3) 近期:教学策略的精细化与课堂融入

近年来,随着“核心素养”成为育人导向,生物科学史的研究进入了更精细化的实证与策略构建阶段。核心素养的落地载体:郑晶晶的研究具有典型的实践取向,她以具体课例为载体,从课前、课内、课后三个维度拆解了科学史的应用潜力,将抽象的核心素养具象化为可操作的教学环节^[16]。科学论证与思维显性化:刘晟将科学史与科学论证教育相结合,提出科学史能够“体现科学论证的全过程”^[17]。这一观点极具价值,因为它揭示了科学史不仅是故事集,更是思维过程的“录像带”,教师可以借此重构探究情境,让学生在实践中提升素养。思维型课堂的素材来源:丁洪春的论述进一步提升了站

位，将科学史定位为发展学生科学思维的“重要素材来源”，并直接指向“思维型课堂”的构建^[18]。这标志着科学史已从辅助教学手段，上升为落实思维教学目标的战略资源。多维价值的深度挖掘：于彦军的最新研究，则提出了“将时代背景融入”的教学策略，强调不仅要让学生知道科学结论，更要领悟“过程、方法和精神”^[19]。这反映出国内研究正在从单一的认知目标，走向兼顾方法训练与精神熏陶的多维目标整合。

1.3.2 科学思维国内外研究情况

1.3.2.1 科学思维国外研究

国外关于科学思维的研究起步较早，且具有鲜明的跨学科特征。综合来看，其研究焦点经历了从概念界定到培养路径，再到实证评估与早期发展的演进，研究范式也日趋多元化。

(1) 早期：科学思维的内涵界定与价值重申

科学思维究竟是什么？库恩（Kuhn D）的论述具有奠基性意义。他不仅提出科学教育应确立科学思维在学生生活中的地位，更重要的是，他指出了两种实现路径：一种是将科学内容与日常生活现象联系，另一种则是将科学过程与普通人的思维过程联系。后者将科学思维从实验室拉回日常生活，强调其普适性^[20]。随后，克拉尔（Klahr D）对科学思维进行了更为系统的界定，明确指出它既包含“思考科学内容”，也包含贯穿科学领域的推理过程（如归纳、演绎、实验设计、因果推理等）^[21]。这一定义为此后的研究划定了清晰的范畴。

(2) 中期：科学思维的培养路径

如何有效培养科学思维，是国外学者们关注的核心议题，相关研究呈现出多元化、跨领域的特征。借助新兴载体：莫里斯（Morris B J）的研究颇具新意，他探讨了电子游戏支持科学思维的三种机制（激励机制、认知支架、元认知支架），提出游戏可以弥补个体认知系统的局限性^[22]。这一视角突破了传统的课堂边界，将培养载体拓展至数字时代的学习工具。改革课程设计：戈特斯曼（Gottesman A J）则从课程入手，指出传统科学课程不鼓励开放式讨论，导致学生失去兴趣。他开发的《科学思维导论》选修课，旨在让学生在大学早期就培养阅读和分析能力^[23]，这一尝试强调了科学思维培养的时效性和可设计性。融入教学策略：林教授通过实证研究证实，基于创造性探究的教学（如促进联想思维、鼓励基于证据的结论）能显著提升学生的科学思维^[24]。詹森（Jansen E）则提出教育者需要“基于证据的方法”，并强调教授科学思维的基本原则应从学生首次接触科学时就开始，课程应聚焦认知偏差和逻辑谬误^[25]。这反映出研究正在从“是否有效”走向“如何更有效”的精细化阶段。

(3) 近期：科学思维的评估与发展