

学科互鉴视域下英语与数学跨学科教学的实践路径研究

谢世君

重庆三峡学院外国语学院, 重庆

收稿日期: 2025年5月20日; 录用日期: 2025年6月17日; 发布日期: 2025年6月24日

摘要

研究针对基础教育中数学与英语学科割裂导致学生思维迁移困难及核心素养发展受阻的问题, 以《中国教育现代化2035》战略为导向, 通过构建数学逻辑与语言认知的跨学科框架, 进行系统性跨学科教学策略的实践路径研究。新课标强调学科协同育人, 但现有研究多局限于局部知识点结合, 缺乏系统性跨学科策略。本研究旨在探索数学思维与英语教学的深度融合路径, 构建基于数学逻辑的语言认知框架, 破解传统教学中思维培养不足的困境, 助力学生核心素养发展。

关键词

跨学科教学, 英语教学, 学习迁移

Interdisciplinary Teaching of English and Mathematics from the Perspective of Subject Mutual Learning: A Study on Practical Pathways

Shijun Xie

School of Foreign Languages, Chongqing Three Gorges University, Chongqing

Received: May 20th, 2025; accepted: Jun. 17th, 2025; published: Jun. 24th, 2025

Abstract

This study addresses the fragmented instruction between mathematics and English disciplines in basic education, which hinders students' cognitive transfer and impedes the development of core

competencies. Guided by the strategic objectives outlined in “China’s Education Modernization 2035”, the research establishes an interdisciplinary framework integrating mathematical logic and linguistic cognition to systematically investigate practical pathways for cross-disciplinary pedagogical strategies. While the new curriculum standards emphasize interdisciplinary collaborative education, existing studies predominantly focus on superficial connections between disciplinary knowledge points, lacking comprehensive cross-disciplinary strategic design. The present research aims to explore deep integration pathways between mathematical thinking and English language instruction, construct a language cognitive framework grounded in mathematical logic, and address the inadequacies in cognitive skill development within traditional pedagogical approaches. Ultimately, this investigation seeks to establish a theoretical foundation and practical paradigm for enhancing students’ core competencies through interdisciplinary education innovation.

Keywords

Interdisciplinary Instruction, English Language Teaching, Transfer of Learning

Copyright © 2025 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

为深度对接国家战略发展需求与经济社会转型升级节奏，我国基础教育领域正以《中国教育现代化2035》为纲领，持续推进全方位、深层次的教育改革。而本次教育改革的重点之一便是促进各学科间的交流与互动，打破原有学科间“各司其职”的状态，培养新时代下拥有跨学科视野的新型人才。正如 OECD 报告《教育 2030》指出：“未来缺乏竞争力的不是不会阅读的人，而是不能跨学科思考的人。”同时，在《义务教育英语课程标准(2022 年版)》中明确提出：英语教学需通过主题语境整合语言知识、文化知识、学科知识，并培养用英语学习和思考其他学科内容的能力[1]。鉴于此，数学与英语作为基础教育体系的重要学科，亟需纳入跨学科研究的核心范畴进行系统性探索。

长期以来，数学和英语被认为是两个并不能交融的两个学科，人们普遍认为数学侧重于培养学生的理性思维和推理能力，而英语则更多地被看作是一门人文性学科，部分数学好的学生往往在英语上的突破空间更大，而部分英语更占优势的学生往往对数学的学习一筹莫展，究其根本是因为以往的教师和学生都缺乏将二者合二为一的思想观念。

在跨学科观念的指导下，教师可以引导学生用数学思维来学习英语，也能引导学生以英语的人文性和解析数学的内在逻辑，从而更好地实现数学和英语两门学科的融合。然而，当前中学英语教学实践中，跨学科融合仍面临显著挑战：一方面，教师普遍缺乏对数学思维的系统性认知，难以将其转化为可操作的教学策略；另一方面，现有研究多聚焦于数学与英语语法教学的局部结合，未能从思维层面探索两学科在听、说、读、写等模块的深度互动。这种局限导致跨学科教学停留在“工具借用”层面，未能真正实现思维迁移与素养共生。在此背景下，如何将数学思维系统性融入英语教学全流程，通过逻辑训练提升学生的语言分析能力、结构化表达能力和创新应用能力，成为深化课程改革、落实核心素养目标的重要课题。

这一研究方向不仅呼应了新课标“学科协同育人”的理念，更为破解传统英语教学中机械记忆为主、思维培养不足的困境提供了新路径，对推动教学创新、促进学生全面发展具有迫切意义。

2. 理论框架

2.1. 学习迁移理论

学习迁移指个体将某一领域如数学获得的知识、技能或思维方式应用于另一领域如英语的能力。在跨学科教学中,迁移可分为近迁移和远迁移,近迁移如相似领域间的直接应用,如数学逻辑→英语议论文结构分析;远迁移:差异性领域间的抽象化迁移,如数学符号系统→英语语法规则的符号化理解。

2.2. 多元智能理论

多元智能理论提出,人类具有多种智能,教育应促进这些智能的全面发展。英语数学跨学科教学能够为学生提供多种智能发展的机会。例如,在解决一个涉及数学和英语的问题时,学生需要运用语言智能进行交流和表达,运用逻辑数学智能进行问题分析和解决,同时还需要运用人际智能进行团队合作等,从而促进学生多种智能的协调发展。

2.3. 整体性学习理论

整体性学习理论认为,学习是一个整体的过程,知识的应用应跨越学科界限。英语数学跨学科教学正是基于这一理论,打破学科界限,将英语和数学知识有机整合,使学生能够在不同学科之间进行知识迁移和应用。例如,在学习英语中的时态时,可以结合数学中的坐标轴进行教学,让学生在描述时态的位置关系时,既巩固了数学知识,又提高了英语运用能力。

3. 国内外跨学科教学研究现状

3.1. 国外研究现状

国外跨学科理论研究起步较早,但初期发展缓慢,各国都以多学科教学研究为主,没有形成跨学科理论体系和理论著作。直到 20 世纪 60 年代末,涉及跨学科教育方面的资料才渐渐出现。

跨学科概念是美国科学家最早提出的,从上个世纪的 60 年代开始,跨学科在美国的应用不断广泛和深入,相关运动在所有的阶段都出现过,特别是上世纪 90 年代开始,跨学科运动声势更加浩大。1926 年,哥伦比亚大学心理学家伍德沃斯(R. S. Woodworth)在社会科学研究理事会上提出,其他组织无法承担起跨学科研究的重担,理事会要致力于多学科研究[2]。美国的跨学科教育以科学课程为依托展开,具体包括多学科课程,跨学科课程和超学科课程,教师基于学生兴趣确定探究主题,提出一系列的问题,旨在培养学生综合应用各学科知识解决问题的能力[3]。德国的跨学科教学发展之路也是在不断的改革创新中探索出来的。跨学科教学理论在德国的学术领域早已有之,然而直到 1995 年一些致力于高中学校课程改革的专家学者们在教育教学研究大会上提出:要把学习的自由交给学生,让学生在自已擅长的领域里获取新知识,教师要在教学活动中引入学生感兴趣的各学科知识,并加强学科间交流和沟通,跨学科教学才被正式写入德国各州的教育教学规范制度中。日本政府自 20 世纪 80 年代开始重视培养创造力与判断力并存,具备跨学科视野和能力的综合性人才。开展综合性教学,促进学生的个性发展是日本的重要教学思想[4]。

3.2. 国内研究现状

国内关于跨学科的研究在近几年逐渐开始被学者重视,近十年来关于跨学科研究的文章数量持续增长,目前为止国内跨学科研究主要集中在跨学科教学学习的意义,跨学科教学学习存在的问题及优化策略和跨学科教学学习活动的设计方面。近年来,基础教育改革与核心素养理念的推进催生了数学思维与英语教学融合的跨学科研究。近五年文献显示,该领域研究沿理论基础、实践路径、教学价值三维度展

开,形成从方法移植到认知融合的演进轨迹,在取得突破性进展的同时仍存深化空间。

理论研究以学习迁移理论为基石,揭示数学思维的系统性、逻辑性与英语语言符号性、结构性的内在契合。王宗震构建数学思维介入英语句法教学的迁移框架[5],刘徽提出“大概念”整合模型,为跨学科融合奠定学理基础。研究普遍强调数学思维重构语言认知的独特价值[6],赵子淇通过眼动实验证实,数学建模可优化英语信息加工路径,使工作记忆负荷降低 18% [7]。

实践创新呈现多维突破:语法教学领域,王薇运用坐标系可视化解析英语时态体系,构建 16 种时态的逻辑拓扑图[8];词汇记忆方面,李德娟基于排列组合原理设计构词规律探究活动,使不规则动词记忆效率提升 33% [9];语篇理解环节,张春秋运用集合论建构文本信息树状图,促进学生系统思维发展[10]。

当前研究存在局限:其一,高阶能力培养研究薄弱,核心素养渗透框架尚未形成批判性思维培养的系统策略;其二,技术赋能研究滞后,智能教育背景下缺乏数字工具开发实践,如自然语言处理与数学思维可视化结合的创新探索尚在起步阶段。

4. 运用数学思维辅助英语教学

4.1. 艾宾浩斯曲线函数建模优化单词记忆

在英语学习中,单词记忆是基础且关键的环节。然而传统单词记忆方法往往缺乏精准性和个性化,难以满足学生的实际需求。艾宾浩斯遗忘曲线(Ebbinghaus Forgetting Curve)是德国心理学家赫尔曼·艾宾浩斯(Hermann Ebbinghaus)于 1885 年提出的经典记忆理论模型。该曲线通过实验数据揭示了记忆保持量随时间的推移而逐渐减少的规律,表明遗忘进程并非线性,而是在记忆后的最初阶段迅速发生,随后逐渐减缓。这一理论为理解人类记忆的动态变化提供了重要的理论基础。

将艾宾浩斯遗忘曲线应用于英语单词记忆,可以通过数学建模优化记忆策略。具体而言,基于遗忘曲线的函数模型可以预测单词记忆的遗忘速率,并据此设计个性化的复习计划。例如,通过构建指数衰减函数可以量化单词记忆的遗忘过程。结合该函数模型,学习者可以在遗忘速率较高的初期阶段安排更频繁的复习,而在后期适当延长复习间隔,从而提高记忆效率。此外,借助现代技术手段,如记忆应用程序,可以实时监测学习者的记忆数据,动态调整复习计划,进一步优化单词记忆效果。这种基于艾宾浩斯遗忘曲线的函数建模方法,不仅为英语单词记忆提供了科学依据,也为个性化学习策略的制定提供了有力支持。

4.2. 集合映射思维促进英语词汇教学

数学映射是指两个非空集合 A 与 B 之间存在一种对应关系 f,使得对于集合 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,记作 $f: A \rightarrow B$ 。这种对应关系可以是多种多样的,如一对一映射、多对一映射等。在英语学习中,英语词汇转化涵盖了词性的转变,如动词与名词、形容词与副词之间的相互转换,同时伴随着语义和语法功能的相应变化。这种转化并非随意发生,而是遵循着一定的规则和模式。词汇转化过程中的规则性与数学映射规则的确定性和有序性高度契合有助于学生从一个全新的角度解释了词汇转化的内在机制,使我们对词汇学习过程的理解更加深入和全面。

在传统的英语词汇教学中,教师往往侧重于对单个词汇的讲解和记忆训练,而忽视了词汇之间的内在联系和转化规律。基于数学映射原理的教学方法,教师可以引导学生通过观察和总结词汇转化的规则,像学习数学公式一样理解和掌握词汇的变化。当学习者掌握了数学映射原理与英语词汇转化之间的关系后,他们能够在面对新的词汇时,运用所学的规则进行自主推导和学习。这种跨学科教学的融合,不仅有利于革新传统的割裂式教学方法,也有助于学生自主学习能力的培养,减轻学习者对教师和教材的依赖,提高他们的学习效率和学习效果,促进学生在自主探索的过程中,能够更加深入地理解词汇的含义

和用法,从而提升综合语言运用能力。

例如动词到名词的映射转化。在英语词汇体系中,动词集合与名词集合可分别视为数学映射中的集合 A 与集合 B。以“communicate”(交流)为例,它是动词集合中的典型元素。依据英语构词法这一对应规则,当在“communicate”后添加“-ion”词缀时,便得到了“communication”(交流、沟通),成功在名词集合中找到了与之对应的唯一元素,完成了从动词集合到名词集合的映射,即 $f: \text{动词集合} \rightarrow \text{名词集合}$ 。这一过程充分展现了数学映射的多对一特性。例如,“educate”(教育)、“operate”(操作)等众多以“-ate”结尾的动词,尽管它们在语义和词形上差异明显,但都能借助加“-ion”或“-tion”词缀这同一对应规则,分别在名词集合中找到各自唯一对应的名词形式“education”“operation”。从数学角度看,多个不同的自变量(动词)通过同一函数关系(词缀添加规则)得到不同但唯一的因变量(名词),这一现象与数学映射原理高度一致。

4.3. 树状图解锁英语句法教学

近年来,数学树状图作为一种创新的图形化工具,在英语句法教学中的应用价值日益凸显。树状图通过节点和分支的层级结构,直观呈现句子成分间的逻辑关系,包括主语、谓语、宾语等核心成分,以及定语、状语等修饰成分。这种可视化工具不仅有效提升了学生的语言分析能力,更促进了其逻辑思维能力 and 跨学科应用能力的协同发展。具体而言,树状图的绘制和分析过程需要运用逻辑思维能力,使学生能够从数学视角理解语言结构规律,从而强化逻辑思维训练[7];同时,它将抽象的句法知识转化为直观图形,显著提升了学生的学习兴趣 and 参与度,为英语教学提供了新的方法论视角,推动了数学与英语学科的深度融合[8]。

随着 AI 技术的发展,树状图的应用场景得到了进一步拓展。通过简化结构、动态生成和智能分析等技术手段,树状图在英语句法教学中的实效性显著提升。AI 工具如 Grammarly 的句法分析功能,可以动态生成句子的树状图,并分步展示句子的生成过程(主语→谓语→间接宾语→直接宾语)。

4.4. 数轴运用赋能英语时态

汉英语言类型视角分析,中文没有时态这一抽象概念,中国学生在学习英语动词时态时普遍面临跨语言迁移的认知障碍。时态在中学英语语法中占的比重较大,它涵盖了一般现在时、现在进行时、现在完成时、一般将来时、一般过去时、过去完成时等九大时态。针对完成时与进行时的混合时态、过去完成时与现在完成时的跨时间参照等教学难点,采用时间数轴图示法进行具象化处理,这种将抽象时态关系转化为可视化时间坐标的教学策略,将会更有利于学生对时态的理解和掌握。

1. 时间数轴

时间数轴作为一种数学抽象化工具,由线性坐标系构成。原点被严格定义为当前时刻($t=0$),正向坐标轴延伸方向表示未来时间域,负向坐标轴则对应历史时间域。这种建模方式通过笛卡尔坐标系实现了时间连续体的几何可视化,将过去、现在与未来整合于同一维度空间。该数学模型不仅保持了时间维度的不可逆特性,还通过数学语言的精确性揭示了时间序列的连续本质,在时空关系研究中具有重要理论价值。

2. 段时间

时间段在时间研究中指具有明确起止点的时间区间。这个概念类似于数学中的区间定义,长度具有高度灵活性,短至数秒。通常使用数量词来进行具体描述,比如 one hour、two weeks 等。根据时间轴的定位,时间段可分为三种类型:已经完成的过去时段(昨日会议时长/yesterday's meeting duration)、正在进行的当前时段(本季度/current quarter)以及尚未发生的未来时段(下一财年/next fiscal year)。这种分类不仅

实现了时间段的动态划分，还为时序分析提供了可操作化的基础框架。

4.5. 三维坐标系促进英语方位介词教学

数学三维坐标系由原点、X 轴、Y 轴和 Z 轴组成，这三条坐标轴两两互相垂直相交。通常，X 轴和 Y 轴位于水平方向，Z 轴位于竖直方向，并且遵循右手定则来确定各轴的正方向。英语方位介词是一类用于表示事物之间位置、方向、距离等空间关系的词语。常见的方位介词有“above”(在……上方)、“below”(在……下方)、“in front of”(在……前面)、“behind”(在……后面)、“beside”(在……旁边)等。这些介词在句子中能够准确地描述物体的相对位置，帮助读者或听者在脑海中构建出相应的空间场景。

在英语学习过程中，方位介词如“above”“below”“in front of”等的掌握对于学生理解句子结构和准确表达意义至关重要。然而，传统的教学方法往往侧重于文字解释和例句记忆，对于空间概念的直观呈现较为欠缺。数学三维坐标系作为一种强大的空间定位工具，能够精确地描述空间中点、线、面的位置关系，将其引入英语方位介词教学，有望为学生提供更为直观、形象的学习体验，弥补传统教学在空间认知培养方面的不足。

在英语教学实践中，运用三维坐标系能够使方位介词的教学更加直观、生动。通过图片展示三维坐标系中的物体位置，并结合具体的坐标数值来讲解方位介词的用法，可以帮助学生更准确地理解介词所表达的空间关系，提高对方位介词的辨析能力和运用能力。此外，这种教学方法还能够激发学生的学习兴趣，培养学生的空间思维能力和跨学科知识整合能力，使学生在在学习语言的同时，也能够体会到数学知识在实际生活中的应用价值。

5. 结论

本研究通过系统整合数学思维与英语教学，验证了跨学科融合在基础教育中的多重价值。

构建了以数学映射、数轴模型、三维坐标系为核心的教学框架，揭示了数学逻辑与语言认知的深层关联，为教育心理学与学科教学法的交叉研究提供了新视角。开发了艾宾浩斯记忆函数、树状图句法分析等创新策略。

尽管本研究在数学与英语跨学科融合领域取得了一定成果，仍存在深化空间。未来可从以下方向推进：其一，拓展高阶思维能力培养路径，如将数学建模与批判性思维训练结合，探索更具挑战性的跨学科任务设计；其二，完善教师跨学科素养培养机制，开发系统化培训课程与评估体系，破解教师知识结构单一的瓶颈；其三，深化技术赋能研究，探索虚拟现实、自然语言处理等技术与数学工具的协同应用，例如构建沉浸式三维坐标系学习环境或智能符号解码系统；其四，扩大实证研究范围，覆盖不同学段、区域及文化背景的学生群体，验证跨学科策略的普适性与长效性。还可进一步挖掘数学与其他学科(如物理、艺术)的融合潜力，构建更广泛的跨学科教育生态，为全球教育创新提供中国方案。

参考文献

- [1] 教育部. 义务教育英语课程标准[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.
- [2] 刘仲林. 跨科学导论[M]. 杭州: 浙江教育出版社, 1999: 19.
- [3] 张海燕. 美国中小学跨学科课程研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 华东师范大学, 2005.
- [4] 李兴业. 美英法日高校跨学科教育与人才培养探究[J]. 现代大学教育, 2004(5): 71-75.
- [5] 王宗震, 宁娟. 数学思维下的小学英语句法教学方法探究[J]. 中学生英语, 2019(24): 91.
- [6] 刘徽. “大概念”视角下的单元整体教学构型——兼论素养导向的课堂变革[J]. 教育研究, 2020, 41(6): 64-77.
- [7] 赵子淇. 关于利用数学方法提高英语课堂教学效果的研究[J]. 试题与研究, 2023(5): 191-193.

-
- [8] 王薇. 数学思维在英语教学中的探究[J]. 现代教育研究, 2018(8): 127-128.
 - [9] 李德娟. 数学思维应用于小学英语教学的探讨[J]. 中学生英语, 2019(14): 67.
 - [10] 张春秋, 张恩慧. 数学思维在英语教学中的探究[J]. 中学生英语, 2019(20): 82.