

分类号: G63  
学号: 20232218002

密级: 公开  
单位代码: 10759

# 石河子大学

## 硕士学位论文



### 数形结合方法在提高物理问题解决能力中的应用研究——以高中物理电磁学部分为例

学位申请人 黄锴杨

指导教师 杨坤（教授）

申请学位类别 教育硕士

专业名称 教育

研究领域 学科教学（物理）

所在学院 理学院

中国·新疆·石河子

2026年5月

分类号: G63  
学号: 20232218002

密级: 公开  
单位代码: 10759

# 石河子大学

## 硕士学位论文



### 数形结合方法在提高物理问题解决能力中的应用研究——以高中物理电磁学部分为例

学位申请人	黄锴杨
指导教师	杨坤（教授）
申请学位类别	教育硕士
专业名称	教育
研究领域	学科教学（物理）
所在学院	理学院

中国·新疆·石河子

2026年5月

**The Application of the Number-Shape Combination Method in  
Improving Physics Problem-Solving Ability: Taking Electromagnetism  
in Senior High School Physics as an Example**

A Dissertation Submitted to

**Shihezi University**

In Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

**Master of Education**

By

**Huang Kai-yang**

**(Subject Teaching of Physics)**

Dissertation Supervisor: Prof. Yang Kun

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

本人所提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：黄翎杨

时间：2026 年 5 月 27 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：黄翎杨

时间：2026 年 5 月 27 日

导师签名：杨坤

时间：2026 年 5 月 27 日

## 摘要

在 2025 年教育部修订的《普通高中物理课程标准》强调多样化教学与学生问题解决能力培养的背景下，本研究聚焦高中物理电磁学模块，核心目的是探究数形结合方法对学生物理问题解决能力的提升效果，界定数形结合方法与物理问题解决能力的内涵及关联，了解学生能力现状，通过教学设计与实验研究观测该方法的实施成效。

研究综合采用定量与定性相结合的方法，通过文献研究法梳理数形结合理论、物理问题解决能力相关研究及皮亚杰认知发展理论等基础理论；对 S 市第九中学 200 名高二学生发放问卷，访谈物理教师，明确学生在物理问题解决及数形结合应用中存在的难点；以该校高二年级两个平行班为研究对象，设置实验班和对照班，实验班开展基于数形结合方法的教学，对照班进行常规教学，通过前后测对比分析教学效果。同时，结合教材分析与学情分析，针对《电场强度与电势、电势能、电势差的图像分析》、《闭合电路的 U-I 图像应用》、《带电粒子在复合场中的轨迹分析》三节电磁学核心内容，设计融入数形结合方法的具体教学设计。

研究发现，高中物理与数学成绩存在显著正相关，S 市第九中学高一学生上下学期统考成绩的皮尔逊相关系数分别为 0.546 和 0.608；实验班经数形结合专项教学后，后测平均成绩（65.90 分）显著高于对照班（58.53 分），且在表征物理问题、解决物理问题等核心维度的得分差距尤为突出，Cohen's d 值达 0.59；学生在理解物理问题能力上表现较好（折算分 84.00 分），但迁移应用能力相对薄弱（折算分 58.25 分），而实验班在这些薄弱维度的提升更为明显。

本研究证实，数形结合方法能够有效契合课程标准要求，通过等价性、简洁性等四大教学原则及物理量与图象等价转换、过程分析降难等五大教学策略，可显著降低电磁学知识的抽象性，提升学生问题表征、逻辑推理与知识迁移能力。电磁学模块的数形结合教学设计具有实践可行性，为高中物理教学中提升学生核心素养、落实育人目标提供了可行的实践路径与理论参考。

**关键词：**数形结合；高中物理教学；问题解决能力

## Abstract

Against the background that the General High School Physics Curriculum Standards (Revised in 2020) issued by the Ministry of Education emphasizes diversified teaching and the cultivation of students' problem-solving abilities, this study focuses on the electromagnetism module of high school physics. Its core purpose is to explore the effect of the combination of number and shape method on improving students' physics problem-solving abilities, define the connotations and correlations between the combination of number and shape method and physics problem-solving abilities, understand the current situation of students' abilities, and observe the implementation effect of this method through teaching design and experimental research.

This study adopts a comprehensive method combining quantitative and qualitative research. Through the literature research method, it sorts out the basic theories such as the combination of number and shape theory, relevant research on physics problem-solving abilities, and Piaget's cognitive development theory. Questionnaires were distributed to 200 senior two students in No. 9 Middle School of S City, and interviews were conducted with physics teachers to clarify the difficulties existing in students' physics problem-solving and the application of the combination of number and shape. Taking two parallel classes of senior two in this school as the research objects, an experimental class and a control class were set up. The experimental class carried out teaching based on the combination of number and shape method, while the control class adopted conventional teaching. The teaching effects were analyzed through the comparison of pretests and post-tests. Meanwhile, combined with textbook analysis and learning situation analysis, specific teaching designs integrating the combination of number and shape method were designed for three core contents of electromagnetism: Image Analysis of Electric Field Intensity and Electric Potential, Electric Potential Energy, Potential Difference, Application of U-I Image in Closed Circuit, and Trajectory Analysis of Charged Particles in Composite Field.

The study found that there is a significant positive correlation between high school physics and mathematics scores. The Pearson correlation coefficients of the unified examination scores of senior one students in No. 9 Middle School of S City in the first and second semesters are 0.546 and 0.608 respectively. After the special teaching of the combination of number and shape, the average post-test score of the experimental class (65.90 points) is significantly higher than that of the control class (58.53 points), and the score gaps in the core dimensions such as representing physics problems and solving physics problems are particularly prominent, with a Cohen's  $d$  value of 0.59. Students have a good performance in the ability to understand physics problems (converted score: 84.00 points), but their transfer application ability is relatively weak (converted score: 58.25 points), and the experimental class has a more obvious improvement in these weak dimensions.

This study confirms that the combination of number and shape method can effectively meet the requirements of the curriculum standards. Through the four major teaching principles such as equivalence and simplicity, and the five major teaching strategies such as equivalent conversion between physical quantities and images and difficulty reduction in process analysis, it can significantly reduce the abstraction of electromagnetism knowledge and improve students' abilities of problem representation, logical reasoning and knowledge transfer. The teaching design of the combination of number and shape in the electromagnetism module has practical feasibility, which provides a feasible practical path and theoretical reference for improving students' core literacy and implementing the goal of moral education in high school physics teaching.

**Key words:** Combination Of Number And Shape; High School Physics Teaching; Problem-Solving Ability

# 目录

第1章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 高中物理课程标准角度分析问题解决能力	1
1.1.2 高中物理高考考察角度分析数形结合方法	2
1.1.3 数形结合方法对于问题解决能力提升的重要性	2
1.2 国内外研究现状	3
1.2.1 国内外关于数形结合在物理教学中的研究现状	3
1.2.2 国内外关于物理问题解决能力的研究现状	5
1.3 研究目的和意义	6
1.3.1 研究目的	6
1.3.2 研究意义	7
1.4 研究内容和方法	8
1.4.1 研究内容	8
1.4.2 研究方法	9
1.4.3 研究思路	10
第2章 核心概念及理论基础	11
2.1 核心概念	11
2.1.1 数形结合	11
2.1.2 问题解决能力	12
2.2 理论基础	13
2.2.1 皮亚杰的认知发展理论	13
2.2.2 建构主义理论	13
2.2.3 表征理论	14
第3章 高中生物理问题解决能力的现状调研	16
3.1 调查目的和调查对象	16
3.1.1 调查目的	16
3.1.2 调查对象	16
3.1.3 对象选择原因	16
3.2 问卷的编制	17
3.3 问卷的信效度	17
3.4 问卷调查结果分析	18

3.5 高中物理教师访谈设计与结果分析 .....	22
3.5.1 访谈提纲编制 .....	22
3.5.2 访谈结果分析 .....	22
3.6 调查结论与访谈反思 .....	26
第4章 基于数形结合方法提高物理问题解决能力的原则和策略 .....	27
4.1 可行性分析 .....	27
4.2 数形结合方法提高学生物理问题解决能力的教学原则 .....	27
4.2.1 等价性原则 .....	28
4.2.2 简洁性原则 .....	28
4.2.3 双向性原则 .....	28
4.2.4 物理意义契合原则 .....	28
4.3 数形结合方法提高学生物理问题解决能力的教学策略 .....	28
4.3.1 借助数形结合, 完成电磁学物理量与图象的等价转换 .....	29
4.3.2 运用数形结合, 降低电磁学过程分析的难度 .....	29
4.3.3 通过数形结合, 拓展电磁学问题的解题思路 .....	30
4.3.4 结合电磁学实验, 强化数形结合的实操应用 .....	31
4.4 基于数形结合方法提高物理问题解决能力的教学案例设计 .....	32
4.4.1 《电场强度与电势、电势能、电势差的图像分析》教学设计 .....	32
4.4.2 《闭合电路的 U-I 图像应用》教学设计 .....	39
4.4.3 《带电粒子在复合场中的轨迹分析》教学设计 .....	42
第5章 基于数形结合方法提高物理问题解决能力的教学实践研究 .....	45
5.1 实践研究目的 .....	45
5.2 实践研究流程 .....	46
5.3 实践研究工具和对象 .....	47
5.3.1 研究工具 .....	47
5.3.2 前测试卷的信效度分析 .....	51
5.3.3 前后测试卷的平行性检验 .....	52
5.3.4 研究对象 .....	53
5.3.5 研究工具结果分析 .....	54
5.3.6 研究工具测试结果小结 .....	58
5.4 实践结果分析 .....	59
5.4.1 后测结果整体分析 .....	59
5.4.2 后测结果对“物理问题解决能力”各维度比较分析 .....	61
5.4.3 教学实践总结 .....	64

第 6 章 研究结论与不足之处 .....	65
6.1 研究结论 .....	65
6.2 研究不足与展望 .....	65
参考文献 .....	67
附录 A: S 市第九中学物理问题解决能力调查 (学生问卷) .....	70
附录 B: 高中物理问题解决能力的前测试卷 .....	72
附录 C: 高中物理教学中应用数形结合方法访谈提纲 .....	76
附录 D: 高中物理问题解决能力的后测试卷 .....	77
附录 E: 高中物理问题解决能力的教学过程 .....	81
附录 F: 高中物理问题解决能力的前测试卷答题样本 .....	91
附录 G: 高中物理问题解决能力的后测试卷答题样本 .....	95
致谢 .....	99

## 第1章 绪论

### 1.1 研究背景

#### 1.1.1 高中物理课程标准角度分析问题解决问题的能力

在新时代教育改革深化推进、立德树人根本任务全面落实的背景下，普通高中教育迎来了以核心素养为导向的转型发展阶段，物理学科作为自然科学领域的基础学科，其育人价值的发挥聚焦于学生综合能力与学科核心素养的协同培育。《普通高中物理课程标准（2017年版2025年修订）》的颁布与实施，打破了传统以知识传授为核心的教学框架，将物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任四大核心素养确立为物理教学的核心目标，而问题解决能力作为物理学科核心素养的外在具象化表现与综合应用载体，成为连接学科知识、思维方法与实践应用的关键纽带，其培育质量直接关乎物理学科育人目标的实现与学生科学素养的提升。

物理学科问题解决能力并非独立的能力维度，而是四大核心素养在问题解决情境中的整合体现，涵盖问题识别与表征、知识迁移与模型建构、逻辑推理与论证、实践操作与探究、结果反思与评价等核心要素，且随学业质量五级水平呈现出由基础到综合、由被动到自主、由常规到创新的层级化发展特征。课程标准从课程目标、内容设置、教学实施、评价方式等多维度，为问题解决能力的培育搭建了完整框架，强调将其培育贯穿于物理教学全过程，通过立足物理观念夯实知识基础、聚焦科学思维强化逻辑支撑、注重科学探究丰富实践路径、创设真实情境搭建素养载体、完善多元评价保障能力提升等路径，实现知识学习与能力培养、思维训练与实践操作、素养发展与问题解决的深度融合<sup>[2]</sup>。

当前，高中物理教学正处于从“知识本位”向“素养本位”转型的关键时期，如何基于课程标准要求，精准把握物理学科问题解决能力的内涵与构成，探索科学有效的培育路径，成为物理教育教学研究的重要课题。一方面，问题解决能力的培育是落实立德树人根本任务的重要体现，能够在解决实际问题的过程中培养学生的科学态度、创新精神与责任感，助力德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人的培养；另一方面，其作为学生终身学习与发展的关键能力，具有较强的能力迁移性，能为学生应对后续学习、工作中的实际问题奠定基础，同时契合新时代对创新型、实践型人才的培养要求，为科技强国、教育强国建设提供人才支撑。

在此背景下，从高中物理课程标准视角出发，对物理学科问题解决能力的内涵、构

成要素、层级特征、培育路径等进行系统分析，不仅能深化对课程标准育人理念的理解，为物理教学落实核心素养目标提供理论支撑，更能为优化高中物理教学实践、提升学生问题解决能力与学科核心素养提供实践指引，对推动高中物理教育教学改革、提升物理学科育人质量具有重要的理论与现实意义。

### 1.1.2 高中物理高考考察角度分析数形结合方法

高考作为选拔性考试，对高中物理的考察既注重基础知识的牢固掌握，又强调综合应用与创新能力的展现。《中国高考评价体系》明确指出：“根据应对问题情境的需要，通过多种多样的路径、手段并合理地组织、调动各种相关知识与能力从数字化社会中捕获所需要的有效信息，准确传达信息并进行交流沟通。熟练运用图像、图表、图片表达思维、观点，借助口语、书面语或绘图等方式表达抽象的概念<sup>[1]</sup>”。高考作为评价高中教育质量的重要手段，对物理教学具有显著的导向作用。力学与电磁学作为高中物理的核心内容，其题目设计往往涉及复杂的物理过程与数学运算。数形结合方法能够帮助学生将抽象的物理问题具象化，通过图像分析简化问题，提高解题效率与准确率，从而在高考中占据优势。近年来，高考物理试题愈发注重对学生综合能力和创新思维的考察，其中不乏大量需要运用数形结合方法解决的问题。例如，在力学部分，通过构建运动图像分析物体的运动状态；在电学部分，利用伏安特性曲线理解电阻、电源等元件的性质；在电磁学部分，结合磁场分布图探讨带电粒子在磁场中的运动轨迹等。这些题目要求考生具备将物理问题转化为数学语言，再通过图形分析求解的能力，凸显了数形结合方法在高考中的重要性。

### 1.1.3 数形结合方法对于问题解决能力提升的重要性

数形结合方法作为跨学科的重要思维工具，对高中生问题解决能力提升具有关键支撑作用，其重要性主要体现在三个维度。在认知层面，它能搭建抽象知识与具象情境的桥梁，如高中数学中借助函数图像解析方程根的分布，将代数的逻辑性与几何的直观性结合，帮助学生快速把握问题本质；在高中物理中通过受力分析图、运动轨迹图拆解复杂物理过程，降低抽象概念理解难度。在方法策略层面，数形结合提供多元解题路径，打破单一思维局限。面对非良构问题时，学生可通过画图、建模等方式梳理已知条件与目标的关联，如物理中用  $v-t$  图像求解位移，数学中用数轴解决不等式问题，培养学生灵活转换问题表征的能力。在品质提升层面，长期运用数形结合可增强学生问题解决的严谨性与创新性。解题中需精准对应数与形的关系，培养严谨思维；同时鼓励探索不同数形转化方式，激发创新意识。

## 1.2 国内外研究现状

### 1.2.1 国内外关于数形结合在物理教学中的研究现状

#### 1. 国外关于数形结合在物理教学中的研究现状

相较于我国，国外对初高中阶段数学与物理学科关联性及技巧性的系统性研究较少，多数文献侧重两学科纯粹关系，而非教学实践整合与技巧应用。20 世纪初，美国 House 倡导数理并行学习以推动学生全面发展，但受课程独立设置影响难以实施<sup>[3-4]</sup>。柏林等学者尝试数理深度融合教学以提升学生素养，却因两学科研究方法差异大，遭到教育专家质疑。Lederman 与 Niess 等认为，促进学科间正向迁移与相互支持更切实可行，相关研究也发现数理成绩呈显著正相关，进而提出借数学方法提升物理成绩的策略<sup>[5-6]</sup>。

2005 年 Redish 通过实例指出，仅具备数学知识技能无法解决物理问题；2007 年<sup>[7]</sup>，Rebelo N S 和 Cui L 强调，学生若不能将数学知识转化为物理知识，便无法用物理知识解决实际问题<sup>[8]</sup>。2012 年 10 月，Planinic M Milin-Sipus Z 和 Katic H 研究发现，学生在运动学图像问题上的困难，主要源于难以在物理背景下解释图像斜率含义，而非缺乏数学知识<sup>[9]</sup>；同年 Christensen 和 Thompson 研究也表明，学生在“无背景物理问题”中，普遍缺乏数学知识向物理知识的迁移能力<sup>[10]</sup>。

2011 年 Wendler T 提出，精准化的可视化呈现是阐释与洞悉物理规律的核心要素。现阶段多数三维动画软件均内嵌成熟数值运算算法，可适配各类基础经典物理体系的模拟运算，能够为物理领域的教学实践与学术研究提供有力支撑。此外，Wendler T 还结合伽利略相对性原理、复杂系统能量守恒规律、双分子反应能量传递机制等典型物理案例，对相关可视化应用路径展开具体阐释<sup>[53]</sup>。2014 年，Ricardo 与 Karam 通过分析知名教授的电磁学课程，研究了数学推理在物理教学中的发展特征，为物理教学中数学教学策略提供了分析工具<sup>[11]</sup>。

2015 年，Redish EF 和 Kuo E 从认知语言学角度指出，学生物理课堂数学能力不足，是因未将数学技能从数学课转移到物理课，且二者数学可视为相关但不同的语言<sup>[12]</sup>。同年 Chaudhury SR 等学者指出，科学可视化属于一类特殊的信息表征形式，其具体涵盖静态可视化、动态可视化以及各类图形媒介的综合应用。若要推动科学可视化方法在实践层面落地应用，研究者与学习者需逐步建立依托适配视觉表征手段开展问题阐释与逻辑分析的专业素养。认知科学与学科教育领域的相关研究成果证实，视觉具象化图像能够有效辅助学习者开展物理知识学习，同时助力其完成物理问题的逻辑推演与思维建构<sup>[54]</sup>。

从国际现有研究成果来看，数形结合在数理教学领域呈现明确发展态势。早期国外研究多聚焦数理两门学科理论层面的关联分析，缺乏面向中小学课堂的实操性融合研究，

数理并行教学、深度融合教学模式因课程体系、研究范式差异难以全面推行，研究重心逐步转向学科知识正向迁移能力培养。后续研究愈发重视认知层面探究，明确指出学生数理学习困境多源于数学知识向物理情境转化不畅，而非数理基础能力缺失，研究视角逐步由理论关联转向认知思维建构。

## 2.国内关于数形结合在物理教学中的研究现状

通过中国知网数据库，搜索关键词“数形结合”可以得到 10944 条结果，搜索关键词“数形结合”硕博论文可以得到 947 条结果，搜索主题“物理和数形结合”可以得到 220 条结果，硕博论文 22 条结果。

21 世纪初至 2024 年，国内学术界对高中数学与物理的交叉研究蓬勃发展，多位学者的研究为学科融合与教学实践提供重要支撑：陈雨田博士于 2006 年在《关于高中的物理解题能力与数理关系探讨》中，从教育学视角梳理教科书与考试大纲核心，创新用大数据分析当地初中生综合测试成绩，揭示“理科知识相互渗透”“学生科学能力差异”等现象<sup>[15]</sup>，还提出优化课程结构、调整课表促进数理思维融合等策略，为教学质量提升提供新思路<sup>[19]</sup>。张丽娟教授在相关论文中，聚焦初升高衔接期数理课程整合，结合文献研究与教育实践调研，提出学科融合新见解及增设物理实验增强学生直观感知等改进措施，并通过实例剖析数学方法在物理解题中的应用，打破学科壁垒、推动教学方法革新。2016 年，王溢然老师在《中学生物理思维方法丛书》“数学物理方法”篇章中，从科学史、思维模式、教学实践三维度阐述数学物理方法，设 11 个专题展示中学常用数学工具及其在物理解题中的应用，为学生综合科学素养培养奠定基础<sup>[17]</sup>。2018 年，林辉庆老师在《高中物理常用的数学思想方法》中，从物理概念理解、实际应用、例题解析三维度，总结函数思想、方程思想等数理思维方法，助力学生理解物理概念本质，掌握数学知识在物理解题中的应用技巧<sup>[18]</sup>。

通过以上国内外部分研究不难看出学术界针对高中数学与物理教育的关联性研究呈现出日益增强的趋势，这一演变轨迹清晰地从初期的数学与物理基础关联探讨，逐步深化至对高中物理与数学内容、方法及其实践应用的综合剖析。这一系列研究成果深刻揭示了在高中教育体系中，数学与物理学科之间不可分割的紧密联系<sup>[13]</sup>。数学，作为物理学探索不可或缺的工具性学科，始终为物理学习提供着坚实的支撑框架。然而对以上文献进一步研究不难发现数学知识在物理学应用中的核心地位，但是对于如何在高中物理教学实践中合理安排数学与物理课程的衔接、以及数学方法如何有效促进物理学习成效等方面的探讨尚显不足。

综上，本研究立足高中物理实际教学场景，摒弃单一理论探析与零散解题总结的研究思路，一方面结合国内外认知迁移相关理论，梳理高中生数形结合学习的认知障碍，厘清数学图形、数理公式与物理概念、物理规律之间的内在对应关系；另一方面将科学可视化技术与数形结合思想有机融合，针对电磁学核心物理模块，设计习题数形结合课

堂与教学案例，统筹数理知识讲授节奏，完善高中内部数理知识课程衔接策略。同时立足一线教学开展实证教学实践，量化分析数形结合教学模式对学生物理图像解读、逻辑推理与问题解决能力的提升效果，弥补现有研究重理论、轻实践，重思想、轻落地的研究短板。

## 1.2.2 国内外关于物理问题解决能力的研究现状

### 1. 国外关于物理问题解决能力的研究现状

威廉·詹姆斯（William James, 1890）最早将问题解决描述为“通向结局对未发现事物的探索”，强调问题解决的探索性本质<sup>[32]</sup>。杜威（J. Dewey）提出问题解决五步骤：表征问题、界定问题、提出假设、检验假设、选择最佳假设，该理论成为后续学科问题解决教学的基础框架<sup>[34]</sup>。格拉斯（Glass）将问题解决划分为四阶段：形成问题初始表征、制定计划、重构问题表征、执行计划与检验结果，突出问题表征在解决过程中的核心作用<sup>[33]</sup>。皮亚杰（Piaget）从认知发展视角出发，认为问题解决能力与儿童心理结构的本位论发展相关，强调个体认知阶段对问题解决的影响。

Larkin 与 Chi 等学者通过“出声思维法”研究物理问题解决，发现专家与新手的差异：专家以物理原理（深层结构）分类问题<sup>[35]</sup>，新手以表面情境分类，且专家更擅长构建物理模型与调用问题图式<sup>[36]</sup>。Patrick B. Kohl 与 Noah D. Finkelstein 在《Physics Review》中指出，同一物理问题的不同表征形式（文字、图像、公式）会影响学生解题表现，且学生的前概念、元认知能力会进一步加剧这种差异<sup>[37]</sup>。

国际学生评估项目（PISA）将“问题解决”作为核心测评维度，2003年、2012年、2015年多次开展跨学科问题解决能力测评，强调真实情境中“理解问题—制定策略—执行方案—反思评估”的完整流程<sup>[38][39]</sup>。美国数学教师协会（NCTM）在《关于行动的议程》中明确将“问题解决”作为学校数学核心，后续延伸至物理学科，形成“概念理解—模型建构—数学应用—结果检验”的测评链条<sup>[40]</sup>。

国际范围内问题解决能力相关研究历经长期发展已形成清晰演进脉络。早期研究侧重理论框架搭建，先后确立阶段式解决流程，逐步确立问题表征在解题过程中的核心地位，同时结合认知发展理论，明确个体认知发展水平对问题解决成效的制约作用。中后期研究转向实证探究与差异分析，借助出声思维等研究方法，深入剖析学习者解题思维差异，重点探究多元知识表征形式、前概念及元认知素养对物理问题解决的影响机制。

当下研究愈发贴合教育实践与素养培育导向，逐步接轨国际大型学业测评理念，强调立足真实情境构建完整的问题解决思维流程，实现从单一解题训练向综合素养培育转变，学科领域内也形成了融合概念认知、模型建构与数理运用的系统化培养思路。

### 2. 国内关于物理问题解决能力的研究现状

通过中国知网数据库, 搜索关键词“问题解决能力”可以得到 9639 条结果, 搜索关键词“问题解决能力”硕博论文可以得到 2877 条结果, 搜索主题“物理问题解决能力”可以得到 508 条结果, 硕博论文 140 条结果; 搜索篇关摘“物理问题解决能力”可以得到 61 条结果。

《普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)》将“科学探究”“科学思维”作为物理核心素养的重要维度, 明确要求学生“能运用物理知识解决实际问题, 培养问题表征、模型建构、推理论证能力”<sup>[2]</sup>。中国高考评价体系“四层四翼”框架中, “关键能力”维度明确包含“理解能力、推理论证能力、模型建构能力、实验探究能力”, 强调通过情境化试题(如传送带模型、回旋加速器)考查学生问题解决能力<sup>[1]</sup>。近年高考物理全国卷逐步增加应用性、综合性试题占比, 如2020年全国卷通过“客机垂直气流运动”“安检传送带”等情境, 考查学生提取信息、构建物理模型的能力。

廖伯琴在 Larkin 研究基础上, 提出力学问题解决的四阶段表征模型: 文字表征、朴素表征、物理表征、数学表征, 通过口语报告法发现, 学生在物理表征(受力分析、规律选择)和数学表征(公式推导)阶段耗时最长, 且数理基础显著影响表征效率<sup>[41-42]</sup>。邓铸提出“问题解决表征态理论(RST)”, 认为中学生解决物理问题时, 表征态可能经历“无表征—外部表征—初级内部表征—范畴性表征—符号化表征”的非线性变化, 且元认知、知识结构会影响表征转换<sup>[43]</sup>。邢红军等通过“原始物理问题测量工具”发现, 物理问题解决能力受“物理知识、物理方法、思维品质(深刻性、独创性)”显著影响, 且学生的实践经历、知识面广度与问题解决能力呈正相关<sup>[32]</sup>。刘友霞编制《高中生问题解决能力量表》, 从“问题解决态度、方法策略、品质”三个维度设计问卷, 被后续研究广泛借鉴<sup>[44]</sup>。

综合上述分析, 围绕物理问题解决能力的提升有三方面: 一是方法具象化(数形结合、数学工具)是降低解题难度的关键路径; 二是素养导向(核心素养四维度)是能力培养的根本框架; 三是情境衔接(政策要求、高考评价、生活实际)是提升能力实用性的核心抓手<sup>[14][16]</sup>。这些研究成果从“方法—策略—测评—建议”形成完整闭环, 既为一线教师提供了可操作的教学方案, 也为后续研究指明方向(如扩大样本范围、深化纵向追踪), 同时呼应了课程标准要求, 助力物理教学从“应试”向“素养”转型<sup>[20-21]</sup>。

本文将研究习题课教学实施的具体环节。系统收集了来自学生的问卷调查结果和教师访谈结果及教学实践总结, 进而提出了一系列旨在培养高中生数形结合能力的教学策略, 提高学生物理问题解决能力。

## 1.3 研究目的和意义

### 1.3.1 研究目的

本论文的研究目的是通过数形结合方法的习题课教学提升学生物理问题解决能力，具体将通过界定数形结合方法与物理问题解决能力的核心内涵、厘清二者内在关联；调研学生物理问题解决能力现状；设计融入数形结合方法的物理习题课教学方案并应用于实践；通过准实验研究观测该教学方案的实施效果，深入分析数形结合方法的习题课教学对学生物理问题解决能力的具体影响。

### 1.3.2 研究意义

本论文立足于一线物理教学，针对数形结合方法在高中物理的教学进行调查研究，具有重要的研究意义，主要分为以下两个方面：

#### 1.理论意义

本论文致力于构建高中数学与物理在知识体系与方法论上的桥梁，以搭建一个更为广泛的平台，实现两门学科的相互融合。笔者将深入探讨高中物理数形结合方法核心理念，力求从高中物理的课程安排与教学进度出发，探究两者之间的协调关系。并且本论文旨在分析并归纳总结在不同物理知识背景下所适用的数形结合方法。笔者将对各种物理问题进行分析，探讨如何运用数形结合方法进行解决，并总结出适用于不同物理知识点的数学技巧和策略。这些研究成果将有助于教师们更好地指导学生掌握并运用数形结合方法解决物理问题，提高学生的学习效果和解决问题能力。笔者希望通过系统性的研究，可以为一线物理教师提供有效的教学指导及坚实的理论支持，有助于教师们更好地指导学生掌握并运用数学知识解决物理问题。如此一来，教师们不仅能够更好地理解并教授物理学科中的数学知识，还能利用数学工具来更深入地剖析物理现象与原理。

#### 2.实践意义

本论文来自教学实践的前沿，力求为一线教学提供实践指导价值。研究主要通过以下方面的深入探讨来达成这一目标。

首先，通过系统性的定量分析，我们针对高二学生高一一年的数学与物理统考成绩进行了深入研究。分析结果显示，数学与物理两学科之间存在明显的相关性。这种相关性并非一成不变，而是在不同学习阶段表现出不同的特点。这一发现对于教师而言，能够为他们在不同时期的教学计划制定提供有力的数据支持，从而更科学地引导学生进行学科学习。

根据 SPSS26.0 分析软件得出的结论不难看出 S 市第九中学高一上下学期期末考试数学和物理成绩皮尔逊相关系数分别为 0.546、0.608，除高一上期末考试相关性没有超过 0.6 以外，下学期因为分科原因其相关性超过 0.6 并且呈现双星相关。由于皮尔逊相关系数为  $0.5 \leq r \leq 0.8$  时呈现显著关系，两次统考成绩相关性分析则说明在期末考试中学生数学成绩与物理成绩之间有着明显的正相关关系。