

# 基于 STEAM 理念的高中数学项目学习模式的构建与案例开发

何 睦

**【摘要】**跨学科综合实践活动是我国新一轮数学课程标准修订的重要内容,基于项目的 STEAM 学习就是一种跨学科实践活动,该研究基于数学项目学习内涵的认识以及教育教学实践经验,构建了基于 STEAM 理念的高中数学项目学习的设计模式:项目启动阶段、项目规划阶段、项目开展阶段、项目评价阶段,并厘清了四个阶段的具体内容与意义,并以“斐波那契数列”的项目学习为例进一步阐明了模式的具体实施的路径,试图为高中数学项目学习的开发提供一种可行的思路。

**【关键词】**STEAM 教育理念;高中数学;项目学习模式;案例开发;斐波那契数列

## 一、引言

跨学科实践活动是我国新一轮数学课程标准修订的重要内容.作为基础学科,数学在社会、科学、技术发展中的作用已不言而喻.数学课程改革中,加强培养学生综合运用所学习的数学思想、方法、知识、技能解决数学问题或生活、社会中的问题,探究、发现、应用、问题解决、实践与创新越来越受到重视.在 2022 年 4 月最新颁布的《义务教育数学课程标准(2022 年版)》保留了综合与实践作为数学学习的四个领域之一,但也发展了相关的要求,其中初中学段最大的变化是提出了“以跨学科项目式学习的方式,整合数学与其他学科的知识 and 思想方法,从数学的角度观察与分析、思考与表达、解决与阐释社会与生活以及科学与技术中遇到的实际问题.”《普通高中数学课程标准(2017 年版 2020 年修订)》中在学生学业质量水平中明确指出“能够合理地运用数学语言和思维进行跨学科的表达与交流”的水平标准描述,而数学学业质量水平三是基于必修、选择性必修和选修课程的某些内容对数学学科核心素养的达成提出的要求<sup>[1]</sup>.可见以问题性、综合性、实践性、过程性、现实性为主要基本特征的跨学科实践活动成为了我国新一轮数学课程标准修订的重要变化,即强调加强多学科知识综合运用的跨学科实践活动.

STEAM 教育,即科学(Science)、技术(Technolo-

gy)、工程(Engineering)、艺术(Art)、数学(Mathematics)的整合.基于项目的 STEAM 学习就是一项学生在活动参与、项目设计、问题解决中进行的跨学科的实践活 动.20 世纪 80 年代开始,培养具有创新精神与实践能力的复合型人才成为发达国家教育发展的共同目标.1986 年,美国国家科学基金会(NSF)发布的《本科的科学、数学和工程教育》报告中提出了“科学、数学、工程和技术教育集成”的纲领性建议,这被视为提倡 STEM 教育的开端<sup>[2]</sup>.随后,《联邦政府 STEM 教育五年战略计划》等多项文件法规相继出台<sup>[3]</sup>,推动了 STEM 教育的开展,国际社会对 STEM 教育研究的关注也不断升级.格雷特·亚克门创新性地融入艺术,“STEM + Arts = STEAM”的教育理念也逐渐兴起与发展<sup>[4]</sup>.亚克门教授进行了专门深入的研究,并参考戴尔经验之塔,构建了 STEAM 学科整合的教育框架.

STEAM 教育中的 A(Art)广义上包括了美术、音乐、社会、语言等人文艺术学科.框架中的最顶层是目标层,这一层代表着最终的教育目标,说明教育的目标应该具有终身性;第二层是整合层,即 STEAM 教育倡导以学科整合的角度去认识世界和解决问题,这一层主要将科学、技术、工程、艺术和数学融合成跨学科的 STΣ@M 教育,主要采取的是主题式教学;第三层是融合层,STEAM 教育将艺

术渗透到科学、技术、工程和数学四个学科中,这样的做法使得学生接受的STEM教育有了情感的融入和美的追求;第四层是具体的学科层,主要探讨科学、工程、数学、技术和艺术等学科相互之间的关系;第五层是具体课程内容层,是对各个学科的相关内容具体细化<sup>[6]</sup>。

STEAM教育理念可理解为“基于数学元素,用科学和技术去解读艺术和工程”<sup>[7]</sup>。数学作为STEAM教育的基础学科,在科学、技术、工程和艺术等学科都具有广泛的应用性,能够统整其余四门学科于一体,实现跨学科融合。<sup>[7]</sup>由此,STEAM教育如何融入高中数学教学中以实现跨学科实践活动是亟待开展的重要议题,这既迎合国内STEAM教育发展与实施的热潮,同时也是我国数学课程育人目标的现实需求。

笔者借着各级各类培训的机会,就STEAM教育理念与高中数学教育的融合与多位高中数学教师进行过深度的交流,主要观点如下:

“STEAM教育目前确实是非常热门的话题,但高中数学教学中怎么实施不太清楚。”

“STEAM教育理念是科学、技术、工程以及艺术等多学科的融合,问题在于如何开发课程资源。”

“STEAM教育是一种跨学科综合实践活动,但主要聚焦于义务教育阶段,高中学段如何开发和实施是一大难点。”

因此不难看出,目前STEAM教育理念融入高中数学教育主要受困于分科课程的限制、课程资源的匮乏。STEAM教育理念能否真实落地于高中数学教育,关键在于能否提出系列切实可行的操作手段与方法。虽然教师也了解STEAM教育理念并且对其内涵有所了解,但教师无法从具体操作案例中找到抓手与脚手架,这也构成了STEAM教育理念难以融入高中数学教育的关键之处。目前以项目式学习方式为主的STEAM整合课程的学习模式并不少见<sup>[8]</sup>,但多数案例仍以义务教育阶段为实施对象,在高中数学教育的应用案例仍十分稀少。为此,本文以目前STEAM教育理念下高中数学教学的困境为逻辑起点,以促进STEAM教育理念与高中数学教学的跨学科实践活动的开展为目标,借助项目学习的方式将STEAM教育理念融入高中数学教育之中,以期为高中数学教学开展跨学科实践活动提供一条可行的路径和思路。

## 二、STEAM教育理念与高中数学教育融合的实践:项目学习模式的构建

(一)STEAM教育理念与高中数学教育融合的项目学习模式的内涵

项目学习全称为基于项目的学习(Project-based learning,简称PBL)。关于项目学习的内涵,国内外学者、团队都给出过自己的定义,既有教学方式说<sup>[9]</sup>,也有教育理念说<sup>[10]</sup>,有的学者则认为项目学习既是课程形态又是教学策略<sup>[11]</sup>。虽然并未形成统一的观点,但都突出了“问题解决”“跨学科”“合作学习”“自主建构”等基本特征。项目学习指向的是学生的关键能力与核心素养的发展,所涉及的项目可以是探究社会问题或热点,或者某个引发学生好奇心的话题,也可以是基于探究、调查和解决问题的任务<sup>[12]</sup>。

聚焦到数学学科之中,笔者认为数学项目学习指向的应该是与数学本质相关的数学核心素养与数学关键能力的发展,其内涵可以理解为:以数学问题解决为目的,以学生的自主建构为主要学习方式,以“问题链、建构性调查、自主性与现实性”作为数学项目开发的要求,实现STEAM教育理念的跨学科、分工合作、展示交流的学习活动。

(二)STEAM教育理念与高中数学教育融合的项目学习模式的设计

基于以上的认识以及教育实践的实践经验,笔者拟给出STEAM教育理念与高中数学教育融合的项目学习模式的具体实施流程。从项目推进的时间序列来看,按照以下四个步骤实施,并迭代循环。

1. 项目启动阶段。并不是所有的数学内容都有必要开展项目学习,因此,实施数学项目学习,首先要关注项目主题的确立。数学项目学习的目的是问题的解决,因此,在项目启动阶段,教师需要确定以数学学科为中心的跨学科项目主题,即需要确定涉及包含数学学科在内的两门学科以上的知识才能解决的主题。参考威金斯、珀金斯等人的研究<sup>[13]</sup>,笔者认为主题的确立主要有四条路径。(1)从课程标准与教材分析中确定主题。课程标准是国家课程的纲领性文件,它提出了学生经过高中三年的学习应达成的总目标与要求;教材是课程标准的具体体现形式,是重要的教学资源。因此确定主题最主要的路径来源于课程标准与教材。(2)从专家思维中确定主题。专家思维要求我们“像专家一样思考”,这种方式与

前者不同的是它没有固定的文本资源,需要教师在平时不断积累与反思,进而确定数学项目学习的主题。常见的包含专家思维的数学课程资源有:数学史、著作论文以及科普读物等等。(3)从生活价值中确定主题。学生的数学核心素养指向的是解决现实世界的问题,核心素养的核心是真实性,真实性体现在学科的生活价值之中,因此,从生活价值的角度也是确定数学项目主题的方式之一。(4)从学习难点中确定主题。学生在学习中都会遇到困难与难题,甚至可以将眼光放得更远一些,学生将来在工作、生活中有可能遇到各种困难,可以从各种困难与难题着手思考设计数学项目主题。这四条路径并不是完全独立的,在一个项目主题的确定过程中,往往是多种路径的融合。

2. 项目规划阶段。当数学项目学习的主题确定之后,教师需要精密规划整个项目的具体实施方案,主要包括以下两个方面:(1)设计具有开放性、能体现数学与其他学科融合并且能引发学生深度学习的问题链,以项目主题为主线,利用问题链将项目主题串联起来,问题链的设计应围绕研究主题展开并且是值得被持续探讨的问题;(2)为了确保开展数学项目学习的有效性,教师要针对学生的能力设计利用学生学习和活动,并预设学习的成效,通过逆向设计的方法,对项目主题进行分解,并形成项目学习清单,清单应列明项目学习需要解决哪些问题以及怎么开展研究等方面<sup>[14]</sup>。

3. 项目开展阶段。项目的开展阶段是学生围绕数学问题链开展一系列建构性调查,以自主建构与合作交流相结合的过程。在这个过程中,教师要将项目学习的机会还给学生,应把自己的精力稳稳地放在引起、促进和维持学生的项目学习过程之中。教师要不断引导学生形成开放的思想、求证的思想、坚持不懈的精神,开放的思想是指愿意倾听一些观点(尤其是和自己不一样的观点),求证的思想是指所有的论点的提出都是负责任的、有论据的支撑,坚持不懈的精神是指不轻易满足一时的成就,而是不断追问。<sup>[15]</sup>在项目开展的过程中,可根据以下四个步骤进行:(1)教师抛出一个问题;(2)引起学生交流展示的欲望,以小组或个人为基本单位,交流展示小组或个人的研究成果,并接受其他同学或小组的提问;(3)其他小组或个人提出或探讨新的想法;(4)到达该问题暂时的终点,总结起来,教学流程主要归结

为:提问—讨论—补充—总结,以问题的不断抛出触发学生开展深度的思考与交流。

4. 项目评价阶段。数学教育评价是数学教学中必不可少的重要一环。它不仅较好地评价学生的学业成就水平,更重要的是其结果亦可作为进一步改善教与学的重要依据。在数学项目学习中,不仅要对学生关于问题链理解程度的结果性考查,还应对学生在项目学习实施过程中的表现开展形成性、表现性评价,评价主体可以是教师,也可以是其他同学,同时也需要学生在项目学习完成后开展内省式的自我评价。笔者结合已有研究<sup>[16]</sup>尝试给出一张评价量表(见下页表1)。

基于问题链需达成的知识技能、过程方法、情感态度价值观等目标以及学生在项目实施过程中的表现型要素确定关键的学习结果,以目标1、目标2、……、目标 $n$ 的形式展示出来,并将此表在课前分发给学生,这样做的好处在于学生会更加关注自己在项目学习过程中每个目标的达成情况,更加关注自己的学。量表的评价采用2分法:2分代表有充分证据表明掌握或表现优秀;1分代表有一些证据证明掌握了或表现较好;0分则表明没有任何证明表明掌握或表现平平。百分率的计算=学生的总分/2 $n$ ( $n$ 即指目标的数量),百分率可理解为学生在该项目学习中的表现的好坏程度,教师可依据百分率对学生在该项目中的表现进行等级的评定,90%~100%为A等级,80%~89%为B等级,70%~79%为C等级,69%以下为D等级。教师可利用Excel表格进行统计,使用条件格式功能,单元格中有2,则用绿色突出;单元格中有1,则用黄色突出;若单元格中有0,则用红色突出显示。这样所有学生的评定便一目了然,还能知道学生在哪些目标上达成度较好、在哪些目标上达成度欠佳,以更好地开展后续的指导。

### 三、STEAM教育理念下高中数学项目学习模式的案例开发——以“斐波那契数列”为例

基于以上对基于STEAM教育理念的数学项目学习内涵的认识与学习模式的构建,笔者尝试以主题“斐波那契数列”为例来探讨如何具体实施STEAM教育理念下的高中数学项目学习模式。

(一)项目启动阶段:确定主题“斐波那契数列”和教学目标

“斐波那契数列”是人教A版普通高中数学教

表 1 基于 STEAM 教育理念的高中数学项目学习评价量表

姓名	组别	目标 1	目标 2	目标 3	……	目标 $n$	百分率	等级

科书选择性必修第二册“阅读与思考”栏目的内容<sup>[17]</sup>。该部分内容主要围绕斐波那契数列的历史与定义、数学性质、与现实世界及其他学科的关系展开。斐波那契数列的教学对培养学生的数学思维能力、提升学生的数学文化素养以及发展学生的数学应用意识都具有重要的价值,这体现在:斐波那契数列蕴含了很多的数学性质,这对学生的直观感知、观察类比、演绎证明等多种思维能力提出了较高的要求。同时,在研究过程中,还需要运用多种数学思想方法加以证明与探究,有利于发展学生的逻辑推理、数学运算等数学学科核心素养;斐波那契数列的通项公式体现出的数学美,以及其与黄金分割、杨辉三角、对数螺线等数学概念的紧密联系都能很好地增强学生的数学审美能力,提升数学文化素养;除此以外,斐波那契数列与生物学、物理学、美术设计、音乐影视等方面都有着密切的联系,有助于帮助学生拓宽研究视域,增强学生的数学应用意识。正因为斐波那契数列与诸多学科的知识有着紧密的联系,因此可以充分挖掘其中涉及的多学科知识,开发以“斐波那契数列”为主题的项目主题,并进而开发多项任务开展系列设计与研究。基于以上分析,该项目主题的教学目标定位为:(1)通过教师的集中讲解使学生了解斐波那契数列的历史与定义;(2)学生通过自主建构与合作交流相结合的方式运用多种数学思想方法探究斐波那契数列的数学性质;(3)学生亲历各种项目学习活动,利用各种途径和媒介增进文献检索与数学阅读、信息整理和加工等方面的能力;(4)通过对斐波那契数列与其他学科的关联的认识与了解,进一步感受数学的应用价值,感悟以数学学科为基础的多学科、跨学科的内在联系;(5)能进一步解决与斐波那契数列有关的问题;(6)通过自主研究和交流合作、小组展示,培养学生的数学表达、合作交流能力。

(二)项目规划阶段:教师明确评价要素并制作项目评价量表、任务的分解与问题链的设计

在项目规划阶段,基于对项目主题“斐波那契数

列”确定的教学目标设计对应的评价要素并制作项目评价量表,并根据评价要素来设计数学项目学习的各项任务与问题链。

1. 教师明确评价要素并制作项目评价量表

依据该项目教学目标的定位,设定如下评价要素:

①了解斐波那契数列的历史及定义,即阐明斐波那契数列问题的提出、问题的解答以及递推数列的引入等三个要素;

②探索斐波那契数列通项公式的具体推导方法、斐波那契数列的基本性质(至少 3 个);

③了解斐波那契数列与自然界的紧密联系,能举例说明;

④能运用斐波那契数列的知识解释生活中的若干问题;

⑤了解斐波那契数列与艺术的紧密联系,能举例说明;

⑥能充分利用文献检索的工具进行文献检索、阅读、信息整理与加工;

⑦能与小组或团队开展积极的合作交流,有较强的团队合作意识与资源共享意识。

基于以上评价要素,形成评价量表的相关目标:

目标 1:能阐述斐波那契数列的历史和定义;

目标 2:能用至少一种方法推导斐波那契数列的通项公式;

目标 3:能至少写出斐波那契数列的三个数学性质,并进行推导;

目标 4:能举例说明斐波那契数列与自然界的联系;

目标 5:能举例说明斐波那契数列与艺术的联系;

目标 6:能有效地利用文献检索工具开展文献的检索与数学阅读;

目标 7:能与团队开展积极的合作交流与讨论,在小组汇报过程中做出积极贡献;

目标 8:能用本节课的相关知识与方法解决一些

实际问题.

## 2. 任务的分解与问题链的设计

任务一:斐波那契数列的历史与定义.

在数列中,有一个数列特别出名,它就是斐波那契数列,你知道它到底是什么吗?

问题1:斐波那契数列产生的背景是什么?其蕴含的数学问题是什么?

问题2:兔子的数量构成了一个怎样的数列?

问题3:这个数列有什么样的特征?能否写出它满足的递推关系?

任务二:斐波那契数列通项公式的推导与性质的探究.

斐波那契数列中蕴含着丰富的数学美,你能发现它们吗?

问题1:斐波那契数列的定义式是用递推关系来表示的,能否根据所学的知识推导斐波那契数列的通项公式?

问题2:观察斐波那契数列的通项公式,你觉得公式美在哪儿?

问题3:通过你的观察与计算,列举斐波那契数列的项与项之间具有哪些关系及性质?(至少三条)

问题4:斐波那契数列与黄金分割、杨辉三角、对数螺线具有什么样的内在联系?

任务三:自然界中的斐波那契数列.

斐波那契数列应用十分广泛,和其他学科有着极其紧密的联系,自然界中存在着斐波那契数列吗?

问题1:了解植物中等角螺线的概念,它与斐波那契数列有什么联系?

问题2:了解生物学中著名的鲁德维格定理,它与斐波那契数列有什么联系?

问题3:通过实地观察和植物花的花瓣数,你有什么发现?

问题4:一般动物都有父母亲,但雄峰除外,它只有母亲而没有父亲.了解蜜蜂繁殖的规律与斐波那契数列的联系?

问题5:蜂巢的蜂房也存在着斐波那契数列,你知道是什么关系吗?

任务四:生活中的斐波那契数列.

在我们的生活中,也存在着大量的斐波那契数列问题,你能用斐波那契数列的知识加以解释吗?

问题1:一个楼梯有10级台阶,可以一步一个台阶,也可以一步两个台阶,要登上这10级台阶有几种不同的走法?

问题2:了解魔术师的地毯问题,你能揭秘魔术其中的奥秘吗?

问题3:用10个 $1 \times 2$ 的骨牌覆盖一张 $2 \times 10$ 的棋盘,问有多少种不同的覆盖方法?

任务五:艺术中的斐波那契数列.

音乐、建筑等艺术作品中也充满着大量的斐波那契数列的知识,去了解一下吧!

问题1:观看电影《达·芬奇密码》中的一个片段,观察其中与斐波那契数列的联系.

问题2:你知道钢琴键盘中蕴含的斐波那契数列吗?

问题3:了解索非亚·古拜杜丽娜《打呢歌》《开始时是节奏》等音乐作品,了解其中的数理逻辑与斐波那契数列的联系.

问题4:了解斐波那契数列在平面版式设计、海报设计与标志设计中的相关应用.

### (三) 项目开展阶段

在项目开展阶段,按照如下步骤操作.

①教师让学生自行分组,每组选取一名同学作为组长,主要负责整个项目学习活动进程的整体推进与组内分工,同时评价量表中有几个目标的评定也由组长完成.

②教师分发评价量表,明确通过项目学习学生需评定的若干学习目标.

③整个项目的开展阶段需在学校机房实施,以便于学生及时检索相关资源与文献.学生依据下发的数学项目学习量表逐一开展研究与讨论.

④根据每个任务及相关的问题链,以小组为单位通过抽签的方式进行汇报交流.

以抽签的形式决定汇报交流的小组,可确保每个小组都积极参与进来,而且放回抽样的方式也能进一步保障有些小组因交流过而产生的懈怠状态,以保证每个任务每个小组都能积极地投身进来.教师在分发项目评价量表前对各组组长开展培训,进一步明确组长的职责与任务.

在开展过程中,教师要将探究与合作的机会还给学生,真正体现学生主体、教师主导地位.教师在整个项目开展阶段中充当主持人的作用,引导整个项目学习活动的进程推进与小组汇报交流后的点评、引导与帮助.

### (四) 项目评价阶段

在项目评价阶段,以评价量表为基础,以学生自评、组内他评以及教师评价等评价主体相结合,以过

程性评价与终结性评价两种评价方式并存的方式开展项目的评价。

①前文所述的目标1~目标5及目标8,由教师组织,采用课后开展纸笔测试的方式进行。其中目标1、目标4、目标5以列举题的方式考查,学生只要能列举出相关的实例即可;目标2、目标3以解答题的方式考查,意图测试学生在推理与运算等方面的精确度;目标8则给出2~3例课堂上并没有涉及的与斐波那契数列相关的问题供学生开放性探究,以考查学生运用本节课的知识与方法解决新情境问题的意识与能力。在量表的评价中采用2分法:2分代表有充分证据表明掌握;1分代表有一些证据证明部分掌握;0分则表明没有任何证明表明掌握。

②目标6与目标7的评定由组长完成。组长根据组员在合作学习与交流展示活动中的表现对组员进行评定,同样采用2分法:2分代表表现优秀;1分代表表现较好;0分代表表现平平。

③项目学习活动结束后,每个同学需提交1份自我评价,主要围绕“这次项目学习活动我的收获、我还有哪些地方想进一步研究、这次我在合作学习过程中有什么样的体会”等主题进行自我反思,完成后提交给教师。

教师按照前文所述的方式用Excel统计表进行简单的分析,这样可以更好地对学生在项目学习过程中的表现及结果进行评定,以了解学生在项目学习活动中的优势与不足,并可单独将信息反馈给学生,告知学生哪些方面做得较好、哪些方面存在不足,以更好地开展学生后续的个性化指导。

数学项目学习模式的构建运用的关键在于将STEAM教育的跨学科理念融合到数学项目学习之中,以数学中的问题解决为主要目的,以学生的自主建构为主要方式,开展合作交流与深度学习的过程。在整个问题解决的过程中,要利用多学科的知识解决同一个主题的一系列问题。如何在高中实施跨学科综合实践活动,笔者建构的基于STEAM教育理念的高中数学项目学习模式是一次有益的尝试与探索。然而,由于课程资源的匮乏和分科课程的限制,STEAM教育理念的落实与推进仍然是一项长期的任务。同时,教学有法教无定法,数学项目学习的设计必定还有更多的途径与方法,因此,STEAM教育理念下的高中数学项目学习的研究还有很长的路要走。

#### 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]崔鸿,朱家华,张秀红.基于项目的STEAM学习探析:核心素养的视角[J].华东师范大学学报(教育科学版),2017(4):54-61.
- [3]范文翔,张一春. STEAM教育:发展、内涵与可能路径[J].现代教育技术,2018(3):99-105.
- [4]English, Lyn D. STEM Education K-12: Perspectives on Integration[J]. International Journal of STEM Education, 2015, 3(1):3-8.
- [5]Yakman G, Lee H. Exploring the Exemplary STEAM Education in the U. S. as a Practical Educational Framework for Korea[J]. GEOLOGY GEOCHEMISTRY, 2012, 32(6):14-16.
- [6][7]赵慧臣,陆晓婷.开展STEM教育,提高学生创新能力——访美国STEAM教育知名学者格雷特·亚克门教授[J].开放教育研究,2016,22(5):4-10.
- [8]张辉蓉,冉彦桃. STEAM教育理念落地:数学文化项目学习模式构建及案例开发[J].中国电化教育,2020(7):97-103.
- [9]董泽华,卓泽林.基于项目学习的STEM整合课程内涵与实施路径研究[J].中国电化教育,2019(8):76-81,90.
- [10]周振宇.项目学习,让学习自然生长[J].人民教育,2016(11):70-73.
- [11]汤姆·马卡姆. PBL项目学习[M].北京:光明日报出版社,2015.
- [12]郭华.项目学习的教育学意义[J].教育科学研究,2018(1):25-31.
- [13][15]刘徽.大概念教学:素养导向的单元整体设计[M].北京:教育科学出版社,2022.
- [14]安德森等编著,皮连生主译.学习、教学和评估的分类学[M].上海:华东师范大学出版社,2018.
- [16]迪伦·威廉著,王少非译.融于教学的形成性评价[M].南京:江苏凤凰科学技术出版社,2021.
- [17]普通高中数学教科书(选择性必修第二册·A版)[M].北京:人民教育出版社,2019.

【作者简介】何睦,浙江师范大学教师教育学院(321004),张家港市暨阳高级中学(215600)。

【原文出处】摘自《数学通讯》(武汉),2022.10下.1~6

【基金项目】本文系江苏省中小学教学研究第十四期立项课题“信息技术环境下高中微项目教学构建研究”的阶段性研究成果(课题批准编号:2021JY14-L93)。