

“做数学”：具身认知视角下 课堂减负的实施策略^{*}

孙朝仁 魏玉华

摘要：“做数学”是以实践操作为支架的一种教与学的方式，具有情境性、实践性、主体性、交互性、开放性和创新性等特征，强调认知源于身体与环境的互动，通过多感官协同与身体化活动降低学生的认知负荷。基于具身认知视角，分析了“做数学”促进课堂减负的内在机理，构建了“内容-活动-思维-评价”四维实施策略框架，并解析了三类典型课堂样态，为初中数学教学实现“减负增效”提供实践参考。

关键词：做数学；课堂减负；具身认知

中图分类号：G623.5 **文献标志码：**A **文章编号：**1673-9094(2026)01-0068-05

随着教育的不断深入，“减负”已成为教育领域的重要议题。美国数学家保罗·哈尔莫斯认为，“学习数学的唯一方法是做数学”^[1]，强调通过动手操作、问题解决和探索过程来理解数学概念。传统的“教师讲-学生听”式的数学教学，往往将学生的身体与感官置于被动境地，导致认知过程与身体经验割裂，进而引发高认知负荷、低学习兴趣与思维发展受限等多重困境。“做数学”则倡导“通过身体学习数学”，将抽象知识的建构过程寓于学生的具体操作、感知运动与情境互动之中，为实现课堂减负提

供可行的路径。

20世纪初，江苏“做数学”团队与国家课程改革同步，以多个课题及项目为抓手，聚焦“数学实验”和“做数学”，历经20载的理论研究与实践探索，形成的“数学实验：初中生数学学习方式创新的十年探索”（2018年）、“做数学：义务教育学科育人的创新实践”（2022年）先后获得国家基础教育教学成果二等奖和一等奖。本文旨在探讨“做数学”的理论基础、实施策略与实践路径，阐述其如何有效减轻学生学习负担、提升学习兴趣与效果。

^{*} 本文系江苏省教育科学“十四五”规划2020年度重点资助课题“初中数学实验支持系统的构建研究”（B-a/2020/02/42）的研究成果。

收稿日期：2025-10-12

作者简介：孙朝仁，苏州市教育科学研究院教育发展研究所原所长，正高二级教师，江苏省特级教师，主要研究方向为初中数学教学；魏玉华，苏州高新区实验初级中学教科室主任，高级教师，苏州市中学数学学科带头人，主要研究方向为初中数学教学。



一、具身认知视角下“做数学”的减负机理

数学具有高度抽象性、严密逻辑性与广泛应用性特征。课堂减负的实质是降低无效或超载的认知负荷，促进知识的高效建构与灵活运用。具身认知理论超越传统“计算—表征”的离身心智观，主张认知并非发生在大脑孤立的“黑箱”中，而是身体、环境与活动共同耦合的产物。因此，具身认知理论为理解“做数学”的减负机理提供了理论基础。

（一）认知源于身体与环境的互动

具身认知理论体系包含一系列相互关联的核心命题：一是认知过程的形成与运作方式，受到身体感官、运动系统等物理属性的根本制约；二是概念、公式、推理等认知内容在很大程度上源于身体在与世界互动中获得的经验；三是认知服务于行动，其抽象思维等高级形式是在感知运动系统的基础上模拟或内化而成的。这意味着，数学概念并非悬浮于经验之外的纯形式符号，其意义需要在与物理空间、物体操作、力量感知等身体化经验的互动中得以建构。例如，找三角形的重心涉及的“平衡”概念源于身体对重力的感受与双手托举的经验，“对称”概念源于身体左右结构的感知与镜像动作的体验，“函数”概念则与身体在运动中对速度、轨迹的觉察息息相关。在传统数学课堂中，教学常常跳过这些身体经验的唤起阶段，直接进入符号表述与形式推演，导致学生不得不依靠机械记忆与反复练习来“补偿”经验理解的缺失，这是造成认知负荷过重、学习困难的根本原因之一。“做数学”则设计一系列“做”的活动，要求学生在真实或模拟的情境中体验数学，通过亲身实践、合作交流、问题解决，重新激活或建构这些与数学概念相对应的身体经验基础。

（二）重建身体与数学的联结

传统讲授主要调动枕叶（视觉）与颞叶（听觉）功能，而“做数学”则能充分发挥顶叶（躯体感觉）与额叶（躯体运动）功能，实现多感官协同参与，使得数学知识不再是一串脆弱的符号链，而是一个与多模态感觉运动经验紧密交织的网络。操作体验直接调用触觉、动觉与本体感觉，如用手折叠图形感知对称，通过图形旋转理解角度；实验探究引导手、眼等身体器官作为测量、比较、归纳的工具，在物理空间中收集数据、探索规律；综合实践则将身体置于模拟或真实的问题情境中，通过身体的“在场”与“行动”来理解数学关系的现实意义。这种教学方式并非简单地在思维活动之外增加“动手环节”，而是通过精心设计的身体参与活动，为抽象的数学思维提供不可或缺的“感知运动模拟”，降低了从长期记忆中提取和应用知识的认知负荷，减轻了知识记忆的负担。

（三）融合生活经验与知识结构

“做数学”集情境性、实践性、主体性、交互性、开放性与创新性等特征于一体，能有效激发学习动机。《义务教育数学课程标准（2022年版）》强调“丰富教学方式”“强化情境设计与问题提出”^[2]，因而情境创设需兼顾学生生活经验与数学知识结构。“做数学”正是融合二者的有效通道：一是提供直观锚点，降低抽象难度。通过身体操作将旋转图形、函数对应、等量关系等无形的数学关系转化为可见、可触、可动的物理事件，为抽象思维培养提供了具体、稳定的感知参照，直接降低了编码与表征阶段的认知负荷。二是内化动作图式，促进自动化处理。反复的、有意义的身体活动可以将解决问题的关键步骤，如通过平移拼接探索面积、通过转动模型观察三视图等转化为内化的“动作程序”或“思维手势”。这些程序化的图式能高效引导思维，



让学生能将更多的认知集中于问题的分析与策略选择上。三是增加情感体验,激发学习动机。身体参与往往伴随着积极的情感体验。当学习从一种外在压力转化为内在探索的乐趣时,学生的心理负担自然显著减轻。正如卢梭在《爱弥儿》中所言:“让孩子产生学习欲望,那么一切方法都会是好方法。”^[1]“做数学”的多感官参与能有效克服数学恐惧,促进知识的多角度理解与赋予知识以意义,减少对僵化套路或题海战术的依赖,实现从“套路”走向“思路”,进而形成“出路”的目标。

二、具身化的“做数学”课堂减负实施策略

将具身认知理论转化为“做数学”的课堂实践,需要超越零散的活动设计,构建一个以“身体参与”为抓手、贯穿教学全过程的系统性策略框架。该框架旨在创设一个支持“手脑并用,启思明理”学习的课堂生态,使减负效应通过每一个教学环节的优化得以实现。

(一) 内容重组优化策略——从离身知识到具身任务

减负首先要筛选和转化学习内容。初中数学教材内容多以离身的、结论性的符号序列呈现。具身化的内容重组,要求教师将“知识点”解构并重构为一系列蕴含身体参与可能的“认知-动作任务单元”。重组的核心是追溯数学概念的具身起源,并设计能重新经历这一起源过程的活动。例如,学习“负数”概念时,其具身基础可能源于对“相反方向”“欠债”“低于零点”的身体与情境体验。重组后的教学不再从定义开始,而是从“向前走5步,再向后走8步,最终位置如何表示?”等任务开始。学生通过模拟、标记、比较这些身体或情境经验,自然建构起对负数意义的理解,从而避免了直接面对抽象符号如“-3”时的困惑与记忆负担。这种

重组,是将学习内容从需要“记忆”的对象,转变为可供“体验”和“操作”的具身任务与过程。

(二) 活动设计转化策略——从静听旁观到动觉沉浸

活动是具身认知发生的重要载体。具身化的活动设计应遵循动觉沉浸原则,将静态的数学知识转化为动态的教学活动,让学生的身体运动成为获取信息、形成表象、进行推理的有机组成部分。设计需考虑动作的合理性、感知的丰富性与思维的挑战性。例如,在教学图形的平移、旋转和轴对称时,可以让学生自己动手制作简单的几何模型,然后通过实际操作来观察图形的运动变化,从而动态理解图形的三种变换。活动设计的关键在于,动作不是附加的“装饰”,而是理解概念不可替代的“承重墙”,它直接分担了大脑构建心理表象的认知负荷。

(三) “做”“思”融合活化策略——从动作模拟到心智模拟

学数学的最高境界在于运用,而“做数学”的最高境界是“做”与“思”的融合,这对应着具身认知中从“身体动作”到“心智模拟”的转变。教师在活动中应设计引导性问题,促使学生将外部的身体操作内化为内部的心智操作。例如,在通过折叠感受“轴对称”后,教师可追问:“现在不折叠,你能否在头脑中想象将图形沿这条线翻折过去结果会怎样?”引导学生从具体的肢体动作,过渡到对相同动作的心理模拟,实现从“形象”到“具象”进而“抽象”。心智模拟是身体经验在认知层面的延展,它要求学生在脱离实物直观的情况下,能运用身体经验所形成的图式进行推理。在后续解决复杂几何问题时,熟练的学习者常在头脑中“旋转”“平移”图形,这正是具身化思维的表现。“做”“思”融合,意味着当实物操作逐渐内化后,学生的思维变得更加通畅,他们不再依赖实物的反复尝试,注重



思维效率的提升,从而减轻解决复杂问题时的外在认知负荷。

(四)评价调控显化策略——从结果评判到过程感知

具身化的“做数学”需要与之匹配的具身化评价。评价的重点应从对孤立知识结果的评判,转向对学生学习过程中身体参与质量与认知建构深度的感知与反馈。这包括观察学生在操作中的专注度、协调性、策略性,关注他们如何将身体感知转化为语言描述或符号表征,他们在小组活动中身体姿态所反映出来的参与和协作状态。评价维度应涵盖知识掌握、思维能力、综合素养等。可以采用“表现性评价记录单”,记录学生“能否设计合理的操作步骤”“能否清晰描述操作中的发现”“能否从操作现象中提出合理猜想”等。这种评价方式本身向学生传递了一个重要信号:身体参与和过程中的思考与得到最终答案同样重要,甚至更重要。这能有效缓解学生对“答案唯一正确”的焦虑,鼓励他们大胆尝试、积极体验,将学习注意力从对错误的恐惧,转向对探索过程本身的投入,实现评价环节的心理减负。

三、基于具身认知的“做数学”实施路径

基于不同的教学目标和教学内容,“做数学”在实践中演化出具身化程度高、减负效果显著的实施路径。

(一)以获得知识表征和活动体验为指向的“操作体验”

操作体验是具身认知最直接的表现形式,适用于所有需要建立初始表象或空间观念的数学概念学习。这些抽象概念的语义理解部分依赖于与这些概念相关的感知运动经验的神经再激活。

以苏科版八年级下册《图形的旋转》教学片

段为例。在传统的课堂中,教师的教学行为对于学生而言大多停留在视觉层面,而在“做数学”课堂中,学生使用大头针作为“旋转中心”的物理替代,用手转动透明纸片,用笔描摹图形顶点的运动轨迹。这一系列“做”的动作,精准地模拟了旋转的数学本质:绕定点运动。通过大头针固定点提供了“不动”的身体感知,转动的手臂提供了“角度大小”的动觉反馈,描绘的轨迹提供了“路径”的视觉记录。整个概念体系(旋转的三要素及性质)是在这一连贯的身体体验中被“体会”出来的,而非“听”来的。认知负荷从高强度的空间想象与语言解码,转移为低强度的动作执行与感觉整合,实现了高效、低负的学习。学生在“做”的过程中,不仅用眼睛看,更用肌肉感受运动的阻力与方向,用前庭系统感知空间方位的变化。这种多通道、身体卷入的经验,为“旋转中心”“旋转角”“对应点”等抽象术语提供了感觉运动“标签”。当这些术语再次被提及,大脑会自动关联到身体经验,记忆不再是负担,而是经验的自然提取。这就从根本上消解了学生因无法想象而不得不死记硬背旋转定义和性质的问题。

(二)以经历探究发现过程为指向的“实验探究”

实验探究型教学适用于公式、定理等带有普遍规律的内容,其具身性体现在将手、眼等身体器官作为探索数学世界的“感知—行动”系统。探究行为本身就是一种具身的认知形式,通过主动操纵环境、收集感知反馈来理解数学规律。

以《发现匹克公式》探究活动为例,学生从绘制最简单的格点三角形($N=0$)开始,随着内部格点数 N ($N=1,2,3,\dots$)的递增,绘图动作变得略复杂,但每一步的动作模式是相似的。在每一步中,画图等身体行动与数 L 、算 S 等感知任务紧密结合。学生不是被动接受“控制变量法”



这一抽象的科学方法,而是在遇到“两个量都在变,好乱”的实际困境时,在教师引导下自然生成了“先固定一个”的探索策略。像“ $S=L/2+N-1$ ”这样的规律是从自己亲手创造并测量的一系列图形数据中“看”出来的,其可信度和可理解性极高。记忆负担被转化为行动程序记忆和视觉模式记忆,后者更为牢固和轻松。事实上,在数学发展的过程中,很多结论的发现是通过实验的方式获得的,这一“行动-感知”循环,是归纳推理的基础。身体在行动中收集的是一手、有序的实证数据,大脑在此基础上进行模式识别与猜想,远比直接面对一个现成的、突兀的公式要自然得多。整个探究过程将一个需要复杂记忆和理解的结论,分解为一系列简单的、可操作的肢体动作和观察任务。学生在处理当前步骤的同时,最终规律水到渠成地“浮现”出来,这就分散了认知负荷。

(三)以真实情境问题解决为指向的“综合实践”

综合实践是一种以问题为载体、学生自主参与的应用性学习活动^[4]。强调在模拟或真实的生活情境中进行学科实践,其具身性体现为情境化、生成性的身体介入。当学生置身于一个需要数学工具来解决具体问题的情境,如调整钟表指针模拟时间、设计校园测量方案时,他们的身体被“卷入”情境,数学知识则成为身体达成目标的“桥梁”。

以“钟表上的数学”主题活动为例,要求“在10:00至11:00间,找出时针与分针成直角的时刻”。这首先是一个身体任务:需要动手拨动指针进行尝试和验证。在拨动过程中,学生能直接感知到分针移动快、时针移动慢的“相对

运动”。为了精准找到“成直角”的时刻,简单地尝试逐步让位于有计划地思考和计算。此时,建立 $60+6t-0.5t=90$ 这样的方程模型就不再是书本上的“成题”,而是服务于当前找到准确位置行动目标的必要思维工具。数学建模的过程,因为有了明确的身体行动目标和即时的感官验证而变得清晰,从而降低应用数学知识解决陌生问题的焦虑感和认知阻力。

具身化的“做数学”,通过将学习内容转化为可体验的任务、将静态知识转化为动态的感知运动、将外在记忆转化为内化的动作图式与心智模拟、将结果焦虑转化为过程投入,实现认知负荷从高耗能的符号加工转向更符合人类认知天性的、身体参与的多模态经验整合。当然,“做数学”对教师的专业素养也提出了新的要求,教师需要具备将抽象知识“还原”为具身活动设计的能力,需要具备在动态的课堂活动中观察、解读并引导学生身体经验向数学思维转化的敏锐性。让数学教育回归身体、回归经验、回归生活,这是“双减”背景下,实现初中数学课堂真正减负增效、培育学生核心素养的一条可行路径。

参考文献:

- [1] 哈尔莫斯. 我要作数学家 [M]. 马元德, 沈永欢, 胡作玄, 等, 译. 南昌: 江西教育出版社, 1999: 10.
- [2] 中华人民共和国教育部. 义务教育数学课程标准(2022年版) [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022: 86-87.
- [3] 卢梭. 爱弥儿: 论教育(上卷) [M]. 李平沅, 译. 北京: 商务印书馆, 1978: 66.
- [4] 董林伟, 赵维坤. 初中数学实验的课程开发与实施 [M]. 南京: 江苏凤凰科学技术出版社, 2018: 130-131.

责任编辑: 赵贇

