指向深度学习的高中数学探究活动教学策略研究

南洋模范中学 白云

摘　要：高中数学探究活动存在“伪探究”“浅层学习”的顽疾.本文提出以思维进阶为核心的“启动—深入—展开—沉淀”四维教学策略，即以认知冲突触发探究动机，以动手促思实现操作向思维的跃迁，以递进式任务框架支撑开放探究，以思维外显实现学习品质的可评可教.课例实证显示，该策略能推动学生思维从直觉判断转向数学建模，课堂思维深度明显提升.研究提炼出教师作为“认知架构师”的关键作用，为探究教学从“活动热闹”走向“思维深刻”提供了可操作、可评价的方案.

关键词：　深度学习；数学探究活动；教学策略；思维进阶；高中数学

一、引言

随着《普通高中数学课程标准（2017年版2020年修订)》[1]的全面实施，核心素养培育成为高中教学改革的根本目标，而深度学习正是实现核心素养培育的关键路径.当前，我国高中数学教学中仍存在很多亟待解决的问题：部分课堂依旧沿用“教师讲授、学生倾听”的传统模式，学生处于被动学习状态，缺乏主动探究的意识与能力；教学探究活动流于形式，多为“伪探究”“浅探究”，难以引导学生进行深度思考，促成他们对知识的意义建构；知识教学与生活实际、学科本质脱节，学生无法实现知识的灵活迁移与综合运用，导致学习停留在浅层记忆层面，难以形成核心素养.

课堂观察表明，当前高中数学探究活动普遍有“操作热、思维冷”的鲜明反差——学生动手忙碌却鲜有深度追问，探究在动作层面空转.如何让探究活动从单纯的动作技能演练回归数学思维的深度参与，成为教学突破的紧迫命题.

二、概念和理论基础

2.1 深度学习

深度学习概念由美国学者马顿和萨尔乔于1976年首次提出，我国学者黎加厚将其阐释为以理解为基础、批判探究新知并迁移应用于新情境的学习活动[2].综合已有研究，本文认为高中阶段深度学习是指：学生在教师引导下，围绕学习任务主动探究，用高阶思维深度加工知识，理解其本质与内在联系，建构统化的认知结构，并能在新情境中灵活迁移、解决问题.经历这样的过程，核心素养得以逐步形成.其区别于浅层学习的关键在于思维深度参与、知识有效迁移与认知自主建构.

2.2 数学探究活动

数学探究活动是学生围绕数学问题，在教师引导下主动运用数学思维方法进行观察、猜想、实验、推理、验证的活动总称，具有问题性、过程性与开放性特征.从活动结构看，可分为三类：引导型探究，教师提供明确问题与方向线索，适用于新知学习初期；结构型探究，教师提供情境与资源，学生自主设计方案，适用于概念深化阶段；开放型探究，学生自主提出问题并设计方案，适用于综合应用与创新活动.判断是否为真正探究的核心标准在于活动是否包含“不确定性”与“思维参与”——学生必须经历困惑、尝试、调整、确认的思维历程.

2.3 深度学习与数学探究活动的关系

深度学习与数学探究活动彼此交织、相互促成.一方面，深度学习需通过探究活动实现：数学的抽象性与逻辑性决定了学生只有置身于需要主动探究的问题情境，经历知识的“再创造”过程，才能达成深层理解.另一方面，有效的数学探究活动必然指向深度学习：若探究停留于操作层面而缺乏思维深度参与，或仅追求正确答案而忽视理解与反思，则仍属浅层探究.探究活动是深度学习的载体，深度学习是探究活动的灵魂，二者之间的内在联系使“指向深度学习的数学探究活动”成为富有实践意义的命题.

三、数学探究活动中阻碍深度学习的四重困境

本文以两个典型课例贯穿分析：课例一【A4 纸折四面体】，探究如何将 A4 纸折叠成一个表面积等于原纸面积的封闭四面体；课例二【正方体内小球容纳问题】，探究单位正方体内最多能放入多少个特定尺寸的小球.两个课例都具备操作性强、数学内涵丰富的特点，是观察探究活动中思维过程的有效载体.

在以往的课堂探究实践中，我们观察到一种普遍现象：学生虽然动手操作得热热闹闹，却未能触及思维的深处，流于形式而非真正的探究，可归结为以下四重困境.

3.1 入而不透，情境与问题的转化断裂

探究活动常以生活情境导入，但学生易受情境本身吸引，难以从中提炼出数学问题.课例一中，当教师展示出 A4 纸后，学生反应往往是“纸有多大”“为什么是这个尺寸” “要折纸飞机吗”——这些细节暴露了情境与问题之间的“转化断裂带”.学生习惯“等老师提问”，面对开放情境不知从哪些角度切入数学思考；而教师则默认“情境有趣即可”，忽略了从具体情境中识别数学结构的引导环节.入而不透，使探究起点便已模糊.

3.2 动而不思，操作与推理的跃迁缺位

动手操作并不必然能带来动脑思考.在两个课例中，学生在折纸、摆球时十分投入，但面对 “为什么这样折能成立”的追问却普遍茫然.课例二中，有小组成功算出斜接圆柱的体积最大值，但被追问“比正接大还是小？说明了什么？”时却无法作答，表明学生仅完成了计算而未理解其意义.操作的目标窄化为“做出来”，操作与论证在教学设计中彼此割裂，既缺少在操作过程中的追问，也未将“给出理由”作为操作后的常规要求.动而不思，使探究过程空心化.

3.3 放而不收，开放与聚焦的调控失衡

开放性问题抛出后，课堂易出现两种极端：学生或无所适从，或漫无边际地尝试而收效甚微.课例一中探究“折法是否唯一”时，有小组尝试十余种对称折法，却始终未触及“非对称折法”；课例二，部分小组反复调整单层排列，始终未意识到“层间错位”才是影响总数的关键变量.教师对“开放度”的理解趋于两极化——要么严格控制，要么彻底放手，缺少一种既能提供方向引导、又保留多元路径的弹性探索框架.放而不收，使探究效率低下.

3.4 评而不见，结果与过程的评价错位

探究活动后的评价常局限在答案正误.两课例实践表明：答案正确，其思维路径可能错误；答案错误，其尝试过程可能蕴含价值.如课例二中，有学生凭直觉猜对“斜接体积更大”，依据仅是“斜着放感觉更长”——直觉正确而逻辑缺失.若仅判对错，这其中的思维漏洞就难以发现.探究中，学生常草稿丢弃、尝试未记录、跳过反思，加上教师迫于课时压力，往往止步于对错，而思维品质的复杂性天然排斥简单评价.评而不见，探究的真实效果便无从识别.

以上四重困境沿教学时的顺序依次展开并相互强化：入而不透使起点模糊，动而不思使过程空心，放而不收使效率低下，评而不见使效果隐身.破解这四重困境，需要在活动设计中嵌入推动思维

进阶的关键机制——这正是下一部分策略建构的出发点.

四、困境应对和策略优化

破解“做了却未想、想了却未深”的困局，不能仅靠增加活动数量，必须从探究设计的内部结构入手.以下四条策略依“启动—深入—展开—沉淀”的思维进阶逻辑展开，分别回应前文所述的四重困境.

4.1 策略一：以认知冲突触发探究动机，破入而不透

有效情境的关键不在于表面的趣味性，而在于制造“意料之外”——当学生已有经验无法同化新情境时，认知失衡便转化为真实的探究内驱力.

教学片段 1（A4 纸折四面体）

教师直接抛出任务：“请将这张矩形纸折成封闭四面体，要求表面积等于原纸面积，可能吗？”学生起初几乎一致认为不可能.当有小组通过特定折痕设计实现“无重叠无空隙”的折叠后，全班陷入认知冲突：平面面积何以“毫发无损”地转化为立体表面积？正是在消解这个困惑的驱动下，“折法成败的几何要素是什么”“展开图与立体结构的约束关系是什么”等问题才获得了真实的探究动力.教师通过“可能吗？”这种挑战性问题，成功将学生的注意力从“折纸游戏”（浅层兴趣）拽回到“面积守恒的几何条件”（数学思考），有效衔接了情境导入阶段的“转化断裂带”.

4.2 策略二：让“动手”真正触发“动脑”，破动而不思

动手操作不必然导向数学理解——关键在于操作节点上嵌入追问，迫使学生解释“我正在做的这件事在数学上意味着什么”.杜威指出，经验的学习价值在于动作能否引发“问题—观察—假设—推理”的反思性思维链条[3].操作提供了具体的经验感受，追问则促使学生把这些感受与概念联系起来，两者结合才能将“盲目试错”转变为“带着思考的实践”.

教学片段 2（正方体内圆柱容纳问题）

面对“底面直径 1.2m、高 0.01m 的圆柱能否放入棱长 1m 的正方体”，学生直觉认为“直径超了不行”.教师要求画出圆柱沿体对角线接入的截面图，并连续追问：

一问：“截面图中决定能否被容纳的关键三角形是哪一个？”——识别空间约束结构.

二问：“圆柱底面圆在截面中是什么图形？与正方体哪个面保持什么位置关系？”——完成空间问题平面化的关键转化.

三问：“高和半径满足什么数量关系？能用等式表达吗？”——实现几何关系的代数建模.

三问构成思维爬坡，学生经历从画图到分析再到建模的完整抽象过程.对照此前学生算出斜接体积却答不出“比正接大还是小”的现象，原因正是缺少追问环节，操作便止步于计算而未能触及意义理解.

4.3 策略三：以递进式任务框架支撑开放探究，破放而不收

开放度过大，学生易迷失，控制过严则退化为按图索骥.出路在于设计既能框定方向、又不规定路径的任务链.“最近发展区”理论指出，有效教学应搭建从“已有水平”通向“潜在水平”的认知支架，先扶后放.

教学片段 3（正方体内堆放小球）

教师将“最多能放多少个”分解为三个递进任务：

任务一：小球按网格整齐排列，每层 10×10，共 10 层，计算总数.——建

立“每层数量×层数”基本模型.

任务二：若相邻两层错开摆放，每层高度增量如何变化？对可摆放层数有何影响？——指此前学生“反复调整单层排列却忽视层间关系”的症结.

任务三：是否还有其他摆放方式？提出思路并估算.——撤除提示，交由自主探索.

各组提出三种方案，数量差异达上百个.教师追问：“为什么我不直接问‘最多能放多少个’？”学生由此反思：未穷举所有方案时，“最多”需审慎对待——优化问题往往需经历猜想、验证、逼近的漫长过程.探究重心从“找答案”转向“理解问题的复杂性”.

4.4 策略四：以思维外显实现学习品质的可评可教，破评而不见

评价若只针对答案正误，便无法触及批判性、创造性等深层品质.破解之道在于“让思维可见”——将内隐的思考路径转化为可审视的对象.

教学片段 4（思维日志与截面图对比）

在课例一收尾阶段，教师要求小组用三句话记录思维变化：“我们一开始认为……后来我们发现……现在我们认为……”一组写道：“我们一开始认为沿对角线折就能成功，但发现四个面无法封闭.后来发现展开图中相邻面公共边必须等长.现在明白折痕设计的关键是先规划符合条件的展开图.”这段日志清晰呈现了从“盲目试错”到“抓住结构特征”的认知跃迁，有效破解了“猜对答案但推理靠直觉”的评价盲区.

在课例二中，教师将各组绘制的圆柱截面图并列展示，请全班辨析：“哪幅正确反映了斜接的约束？另两幅问题出在哪？” 评价的主体由此易位：不再是教师裁定对错，而是由学生共同设定标准.

上述四条策略构成完整的思维进阶链条：认知冲突解决探究动力问题，嵌入追问解决从操作到概念的方法问题，递进式任务解决开放与有序的结构问题，思维外显解决深层学习的评价问题.四者协同，方能使数学探究从“活动热闹”走向“思维深刻”.

4.5 策略实施效果的学生证据

为验证策略的实际效果，笔者在执教班级中完整实施了两个课例，并系统收集了书面推理草稿、小组讨论录音及课后题测试数据.

4.5.1 策略二“动手促思”的对比证据：

针对“底面直径 1.2m、高 0.01m 的圆柱能否放入棱长 1m 的正方体”这个子问题，课前前测显示：全班 34 名学生中，28 人（82%）仅凭“直径大于 1”便判断“不能放入”；仅 2 人尝试沿体对角线分析，但未能建立方程.从答题过程看，19 人未画任何图形，9 人虽画正方体却未标注截面，其余 6 人作图不完

整或未作答.实施策略二后（教师要求画截面图并连续追问三个问题），当堂变式题检测中，画图率由课前 26.5%提升至 91.2%，正确识别关键截面的学生由 2 人增至 24 人，能正确写出约束方程 $\left(\frac{d}{2}\right)^2+\left(\frac{h}{2}\right)^2\le\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2$ 的学生由 0 人增至 18 人.

一名中等水平学生的草稿从最初写“不能放，因为直径太大”到主动辨析“截面与圆柱轴垂直”的关系，体现了追问触发下的反思性思维.

4.5.2 策略四“思维外显”的群体分析

在课例一中，全班 12 个小组提交了“三句话思维日志”.笔者将所有日志中的认知变化编码为三个层级：

层级	特征	示例（小组原话）	小组数
A	仅描述操作过程，无逻辑关系	一开始我们折了好多次，后来折出来了，现在觉得有意思.	2
B	出现单一因果或条件关系	一开始认为沿对角线折就行，后来发现四个面无法封闭，现在知道要保证公共边等长.	7
C	出现多步推理或结构抽象	一开始以为任意折痕都能成，后来发现展开图中相邻面公共边必须相等且和为定值，现在明白应先规划展开图再设计折痕.	3

编码分析显示，出现因果推理或结构抽象表述的小组（B、C）达 10 个小组（占 83%），表明多数学生能够借助日志外显出从“试错”到“识别约束”的认知跃迁.仅 2 个小组停留于操作描述层面.对比未使用思维日志的平行班，该班在课后迁移题“用平行四边形纸折四面体”的得分率 72%高于平行班 51%，提示思维外显对概念巩固具有正向作用.

以上证据表明，在策略指导下学生的探究行为发生了从“动而不思”向“动脑动手协同”的可观测转变.后续研究可扩大样本并采用更严格的准实验设计加以验证.

五、指向深度学习的探究活动行为表征

为便于课堂观察，现基于深度学习六大特征与四重困境破解逻辑，提炼四条可观察的行为表征，对应探究活动四个关键阶段.教师可据此对课堂诊断.

阶段（对应困境）	深度学习行为表征	具体观察点（示例）	对应策略
启动阶段（破入而不透）	主动提出数学问题或变量	追问折痕关系、面积守恒条件	策略一
深入阶段（破动而不思）	操作后独立写出代数表达式或画截面图	画体对角线截面图并列出约束方程	策略二
展开阶段（破放而不收）	比较方案优劣或主动提出反例	“这样比那样更好，因为……”；提出反例验证	策略三
沉淀阶段（破评而不见）	思维日志中出现因果逻辑词或条件限定词	“因为/所以/必须满足”“只有当……才……”	策略四

教师可聚焦当堂重点困境选择 1-2 个维度观察.若重点解决“动而不思”，则关注“深入阶段”表征——小组内是否主动画截面图并列出方程.超 2/3 小组出现该行为可判策略生效，低于 1/3 则需调整追问或示范.上述表征亦可转化为学生自评清单，帮助监控思维过程.“可见的学习”正是深度学习落地的关键桥梁.

六、总结及反思

本研究立足于高中数学探究活动中“入而不透、动而不思、放而不收、评而不见”四重现实困境，建构了以思维进阶为导向的“启动—深入—展开—沉淀”四维策略.透过具体的策略表层，研究发现探究教学的核心转变在于：将课堂重心从“讲清楚知识”转向“看清楚思维”，对此，反思有三.

1. 从“经验重组”到“思维建模”：探究教学的认识论转向

策略一与策略二的实践表明，数学探究的深度不取决于操作的频繁程度，而在于学生能否从具体活动中提炼出数学结构. 只有将操作痕迹转化为边角关系的论证、将空间问题尝试升为代数模型的建构，表面的行为参与才能真正变成思维在场.动手折纸、摆球固然必要，但若操作与推理彼此脱节，经验便无法转化为理解.探究设计的真正着力点，不是活动形式的新颖，而是为学生铺设一条从“做”中“悟”出“理”的认知路径.

2. 从“教学设计者”到“认知架构师”：教师角色的专业重塑

策略三“递进式任务框架”的理论意义超越方法本身，揭示了素养导向课堂中教师角色的核心转型——成为学生认知路径的“架构师”.这个角色要求三重能力：精准预判思维障碍，设计“先扶后放”的任务序列；在“开放”与

“聚焦”间保持张力，既保留多元路径又不失数学指向；敏锐发现那些“非标准”的思路，将其变为深化思维的契机.

3. 从“成果评价”到“循证教学”：素养评价的范式变革

策略四强调“让思维可见”，意在推动评价视角的转变——从只看成果的判断，转向关注“过程”的证据支撑.评价焦点一旦从答案正误转向截面图示、推理草稿和思维日志，思考的真实路径便浮现出来，形成一条可观察、可诊断的“学习证据链”.这不仅让评价具备了诊断与改进的功能，也向学生传递了一个明确的信号：数学学习的价值在于“想通”道理，而不仅仅是“答对”题目.

综上，指向深度学习的探究教学，核心在于让思维过程可见、让探索路径有支撑、让评价反馈有依据.本研究作为阶段性探索，后续将进一步完善观察工具与实证检验，助力课堂从“活动热闹”走向“思维深刻”.

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]何玲, 黎加厚. 促进学生深度学习[J]. 计算机教与学, 2005(5): 29-30.

[3]杜威. 民主主义与教育[M]. 王承绪, 译. 北京：人民教育出版社, 2001.