

# 新高考改革背景下面向深度学习的结构不良问题教学策略探究

高茹涵, 江凯平, 何春玲

黄冈师范学院数学与统计学院, 湖北 黄冈

收稿日期: 2023年6月13日; 录用日期: 2023年8月23日; 发布日期: 2023年8月31日

## 摘要

结构不良问题作为更贴近现实生活情境、更能培养学生实际问题能力的题目类型, 近几年来备受教育界重视, 在新高考改革实施后, 结构不良问题因其可以清晰展现学生能力水平而出现在高考试卷中。其解决过程就是促进学生深度学习的过程, 在结构不良问题的教学过程中, 教师可以采取重视学科领域基础知识的教学、创设有意义情境、合理引导、注重迁移、绘制思维导图等教学策略来有效提升教学效率。

## 关键词

问题解决, 高考改革, 结构不良问题, 深度学习, 教学策略

## A Probe into the Teaching Strategy of the Unstructured Problem Facing Deep Learning under the Background of the New College Entrance Examination Reform

Ruhan Gao, Kaiping Jiang, Chunling He

School of Mathematics and Statistics, Huanggang Normal University, Huanggang Hubei

Received: Jun. 13<sup>th</sup>, 2023; accepted: Aug. 23<sup>rd</sup>, 2023; published: Aug. 31<sup>st</sup>, 2023

## Abstract

As a type of question that is closer to the real life situation and more able to cultivate students'

文章引用: 高茹涵, 江凯平, 何春玲. 新高考改革背景下面向深度学习的结构不良问题教学策略探究[J]. 创新教育研究, 2023, 11(9): 2480-2485. DOI: 10.12677/ces.2023.119367

ability to solve practical problems, the problem of poor structure has been paid much attention by the education circle in recent years. After the implementation of the new college entrance examination reform, the problem of poor structure appears in the college entrance examination papers because it can clearly show students' ability level. The solution process is to promote students' deep learning. In the teaching process of ill-structured problems, teachers can take teaching strategies such as attaching importance to the basic knowledge of subject areas, creating meaningful situations, reasonable guidance, focusing on transfer and drawing mind maps to effectively improve teaching efficiency.

## Keywords

Problem Solving, College Entrance Examination Reform, Poor Structure Problem, Deep Learning, Teaching Strategy

Copyright © 2023 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. 问题提出

### 1.1. 新课程改革下问题解决的重要性

问题解决一直是教育界、心理学界关注的重要话题，美国数学家哈尔莫斯说过：“问题是数学的心脏。”问题解决能力是数学素养的关键组成部分，一直以来，世界各国都将培养学生的问题解决能力作为数学教育的重中之重，随着社会和科技的发展，问题解决能力成为培养人才的关键，是使国家能够保持科技不断进步，始终站在国际前沿的重要战略步骤。这里的问题解决并不是指简单地解答一道试卷上的数学题目，而是使学生能够在理解的基础上灵活运用所学的数学知识去解决生活中的实际问题。生活中的实际问题往往不会给出明确的、可以利用的条件，也不会有一眼就能发现的解题思路，甚至不会有统一的标准答案，为了体现不同的人的在数学上得到不同的发展，强调数学与生活以及其他学科的联系，提升学生应用数学解决实际问题的能力[1]这一基本理念，就要求教师将目光聚焦在与实际生活密切相关的结构不良问题上。

### 1.2. 新高考改革对人才培养的需求

为全面贯彻党的教育方针，坚持立德树人，适应经济社会发展对多样化高素质人才的需要，《国务院关于深化考试招生制度改革的实施意见》中提出要深化高考考试内容改革，依据高校人才选拔要求和国家课程标准，科学设计命题内容，增强基础性、综合性，着重考查学生独立思考和运用所学知识分析问题、解决问题的能力[2]。2020年初，教育部考试中心发布了《中国高考评价体系》和《中国高考评价体系说明》，在教育功能、评价理念和评价模式上对高考评价体系作出了创新[3]，更加注重高考的立德树人和素质教育功能，实现高考从主要基于“考查内容”的一维评价模式向“考查内容、考查要求、考查载体”三位一体评价模式的转变[4]。高考作为人才选拔的重要平台，充分体现了国家对高等教育人才的需求，是整个社会关注的焦点，而高考评价体系作为高考改革的指导性文件，对高考命题有着规范和启示作用。以往的结构良好问题有着统一的解答步骤和标准答案，不能很好地体现学生能力水平的差距，再加上文理科数学不分卷，需要有题目既能兼顾文理科学生在数学水平上的差异又能清晰地展现学生自身的能力，在此要求下，2020年全国新高考数学卷在高考评价体系的指导下首次出现了结构不良问题。

## 2. 结构不良问题的内涵及特征

结构不良问题这一概念的最早提出者是美国学家瑞特曼(Reitman, 1965), 他从初始状态、目标状态以及算子三个部分对问题结构进行划分, 结构良好问题是指初始状态、目标状态以及算子均表现明确的问题, 而结构不良问题则为上述三各部分至少有一个没有明确界定的问题[5]。Namsoo Shin Hong 从问题陈述的成分、解决方案、表征问题、解决过程、监控、认知成分、元认知成分、非情感因素、论证技能这几个方面详细地论述了解决结构良好问题与结构不良问题的差异, 与良好问题相比, 解决结构不良问题除了各种知识外还需要认知和非认知因素的调节[6]。

著名思维教学专家爱德华·德·波诺指出: “一般所列于教材上的东西, 其固定性及封闭性很强, 答案也极为明确和单一, 并需要结合全部已知条件。” [7]与结构不良问题相比, 学生更擅长解决条件充足且全部可利用、目标指向明确无干扰且标准答案唯一的结构良好问题, 在日常练习和考试中, 结构良好问题也基本占据了试题的绝大多数。这类问题有着固定的解题思路, 运用课堂中学习的概念、规则和原理足以解决这类问题, 学生只要沿着日常练习的封闭路径去解答即可, 即使遇到困难一点的题目, 也可以根据目标指向来分析已知条件, 以此为框架建构问题空间, 向着标准答案前进。对于这种问题, 学生可以通过练习来达到解题自动化, 这也就是为什么部分教师在教学过程中喜欢使用题海战术, 就一种类型的习题进行反复训练以求今后学生在遇到相似问题或相似情境时能够立即铺设出教师期望的解题思路。

而结构不良问题却很难通过机械训练来达到解题目的, 它具有很强的灵活性和开放性, 更加贴近生活实际。人们在日常生活中遇到的实际问题大多属于结构不良问题, 这些问题没有明确的目标界限, 解题信息通常也不是完好的甚至有可能具有误导性, 在一个问题情境中原本和谐的问题要素会随着情境的变化变得复杂和相互矛盾以致没有办法运用现成的原理或公式去解答, 更有甚者不存在最终的正确答案。这就需要解答者充分调动自身的知识网络, 对以往的知识经验进行选择与重组, 采取合理的情感、态度与价值观等非认知因素来审视问题, 在解决过程中不断地进行自我监控与评估, 最终给出合适的解决方案。

## 3. 结构不良问题与深度学习的关系

深度学习原本是人工智能专家在研究机器学习的时候提出的概念, 随着社会的发展人们意识到深度学习是培养学生核心素养的有效途径。它强化情感驱动的“非认知学习”, 立足于真实情境, 强调富有挑战性的内容, 需要学科内和学科间的整合性学习, 强调思辨与批判对学生的作用, 是培养学生高阶思维的学习[8]。在深度学习过程中, 学生通过全身心积极参与高挑战性的任务体会学习的过程, 获得思维的发展, 培养情感、态度和价值观, 增强自我监控、自主性和创新性。

结构不良问题由于初始状态、目标和算子至少有一个不明确, 需要学生联系实际把握问题走向, 在问题解决过程中不断进行归纳、总结与自我调控, 对自身的知识经验进行重新建构。此过程中需要以大量牢固的知识为基础, 以便在不同的领域中进行迁移应用, 接着以元认知成分为导向厘清目标与思路, 将合适的知识安排到合适的位置, 对解题路线、策略、自身能力与状态进行及时调控, 而在结构不良问题解决中占据关键位置的非认知因素则会使得解题者谨记目标指向, 调节情绪、坚定立场, 为问题的解决提供动力。认知成分、元认知成分和非认知因素在结构不良问题解决中虽处于不同层次, 但彼此之间相互作用, 共同促进了高阶思维的发展, 如图 1。因此, 结构不良问题的解决过程实际上就是促进深度学习的过程, 而在深度学习中思维所表现出来的概括性、批判性与迁移性也是结构不良问题解决过程所需要的。

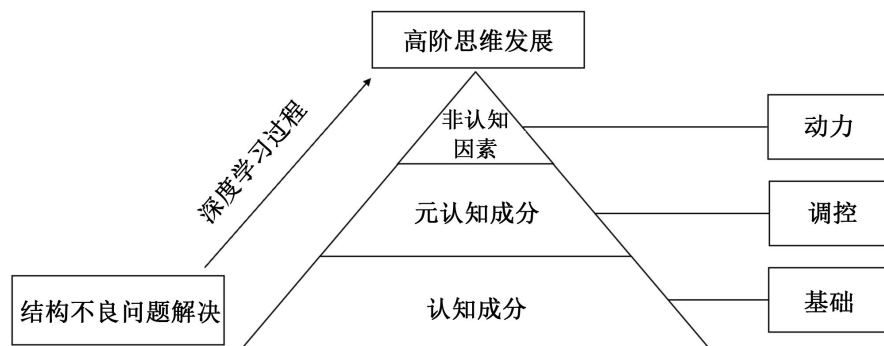


Figure 1. Relationship diagram of components of poorly structured problem solving that promote deep learning.

图 1. 结构不良问题解决组成因素促进深度学习关系图

#### 4. 结构不良问题的教学策略

结构不良问题需要学生从多个角度观察问题，在解题过程中根据自身知识经验对知识进行迁移应用，问题解决过程大体分为三个阶段：表征问题空间阶段、解决问题阶段和评估解决方案阶段[9]。下面以 2020 年新高考 I 卷第 17 题为例就这三个阶段提出相应的教学策略：

题目：在①  $ac = \sqrt{3}$ ，②  $c \sin A = 3$ ，③  $c = \sqrt{3}b$  三个条件中任选一个补充在下列问题中，若问题中的三角形存在，求  $c$  的值，若问题中的三角形不存在，请说明理由。

问题：是否存在  $\triangle ABC$ ，它的内角  $A, B, C$  的对边分别为  $a, b, c$ ，且  $\sin A = \sqrt{3} \sin B$ ， $C = \frac{\pi}{6}$ ？

##### 4.1. 表征问题空间

题目开门见山要求学生补充完整条件，可见是条件不明类型的结构不良问题，学生需要在①、②、③三个条件中选择一个将问题补充完整，使其成为结构良好问题，之后再根据结构良好问题的解题步骤进行解答。在阅读题目的过程中，学生会开始思考这些问题：(1) 解决问题需要用到哪些知识？又要从哪里开始突破？(2) 以上三个条件都能令三角形存在吗？(3) 选择哪一个条件会使题目最为简单？

显然，该题目涉及到解三角形的知识，可以由正弦定理得到边之间的关系，也可以由角之间的转换得到角的关系，而角度的选取则取决于学生自己的做题习惯以及浏览题目后对问题的宏观把控，这也是本题目想要考察的角度之一。

由此可见，教师应该重视学科领域基础知识的教学。结构不良问题并没有脱离数学基本的知识框架，相反，相比于结构良好问题，结构不良问题更加需要学生掌握扎实的数学基础知识以便在解题的过程中能够充分调动思维，对记忆中的大量信息进行快速地搜索并根据已有的知识和经验对自身的知识网络进行选择 and 重组，从而找出解题的最佳方案。完整的、具体领域的知识在结构不良问题解决过程中占据重要位置。如果学生本身并没有扎实的基础知识，即使自身具备解决问题的能力，在问题解决过程中也没有相应的储备来进行迁移应用，例如一个没学过百分数的人在面临银行存款或理财问题时肯定不如学过此类知识的人解决顺利。因此，教师在结构不良问题的教学过程中不能轻视基础知识的作用，学科领域基础知识就像地基，地基不牢固，又怎么能奢求建筑物巍然耸立呢？

其次，在表征问题空间的过程中学生对题目所呈现信息的捕捉和提取至关重要。传统课堂中呈现的问题大多都是经过高度抽象化处理的、条件和目标清晰明了的结构良好问题，学生经过日复一日的刻苦训练以提高分数为主要目标，这些问题由于经过大量的人为处理与现实生活脱节，当学生一旦脱离书本知识在真实情境中面临需要解决的问题时就会显得手足无措，在这种情况下“学好数理化，走遍天下都



不怕”的口号只能成为空响。生活中需要解决的问题不像是解出一道方程题那么简单，教师在教授结构不良问题时尤其要注意问题情境的呈现，使其更加贴近生活，在这样的情境下学生得到的不再只是单纯的学科知识，还有面对不同问题应该采取怎样的审题角度，甚至包括所需的情感与态度。生活中熟悉的情境可以激发学生有意义学习心向，使其自发参与到学习中来，促进深度学习的发生。当然，教师在创设问题情境时也不可一味地追求真实性，还要考虑到学生的认知水平，遵循主体性和趣味性原则。

#### 4.2. 解决问题的过程

学生通过分析题目，会下意识采用自己习惯的方式去解决，该问题的解决方案大体有两种思路：

思路一：从边的角度入手。有的同学在看到  $\sin A = \sqrt{3} \sin B$  时，就会联想到  $a = \sqrt{3}b$ ，这时设  $b = x (x > 0)$ ，则  $a = \sqrt{3}x$ ， $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C = 3x^2 + x^2 - \frac{\sqrt{3}}{2} \times 2\sqrt{3}x^2 = x^2$ ，即  $c = x$ ，就得到了  $b = c$ 。

此时条件③显然构不成三角形；若选条件①，则  $ac = \sqrt{3}x^2 = \sqrt{3}$ ，得  $x = 1$ ，即  $c = 1$ ；若选条件②， $\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} = \frac{x^2 + x^2 - 3x^2}{2x^2} = -\frac{1}{2}$ ，则  $\sin A = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ， $c \sin A = \frac{\sqrt{3}}{2}x = 3$ ，解得  $x = 2\sqrt{3}$ ，即  $c = 2\sqrt{3}$ 。

思路二：从角的角度入手。部分同学在看到  $C = \frac{\pi}{6}$  时，就会想到将角C代入  $\sin A = \sqrt{3} \sin B$ ，于是令  $A = \pi - (B + C)$ ，则  $\sin(B + C) = \frac{\sqrt{3}}{2} \sin B + \frac{1}{2} \cos B = \sqrt{3} \sin B$ ，得  $\tan B = \frac{\sqrt{3}}{3}$ ，所以  $B = \frac{\pi}{6}$ ， $A = \frac{2\pi}{3}$ 。因为  $B = C = \frac{\pi}{6}$ ，所以  $b = c$ 。

这时选择条件③得不到三角形；代入条件①，因为  $a = \sqrt{3}b = \sqrt{3}c$ ，所以  $ac = \sqrt{3}c^2 = \sqrt{3}$ ，解得  $c = 1$ ；代入条件②， $c \sin A = \frac{\sqrt{3}}{2}c = 3$ ，解得  $c = 2\sqrt{3}$ 。

结构不良问题需要学生运用有组织、彼此之间存在特定联系的知识去解决问题，而思维导图作为将思维具象化的工具，可以帮助学生对知识进行系统化管理，构建结构清晰的知识体系。它从一个中心知识点开始，向四周放射性地发出分支，每个分支上都有子知识点，然后从子知识点再发出许多分支[10]，这样的特点能够很好地培养思维的发散性。同时，思维导图上的知识点彼此都是有联系的，它们可以是因果关系、相似关系或者学生自己根据某一联想得到的关系，这些关系打通了知识点之间联系的路径，有利于创新性思维的培养。不仅如此，由于结构不良问题的解决过程需要不断地监控与评估，如果所采用的解决方案不能令人满意，就需要重新回到表征问题阶段，而思维导图能够帮助学生迅速明晰思维路径，分析原因与条件，从而形成最佳解决方案[11]。在思维导图的制定过程中，学生需要调取记忆中的所有知识点，选取有关的、合适的知识进行分类、总结，重新建构知识体系，大大地增加了思维的广度与深度，有利于深度学习的展开。

此外，结构不良问题中呈现的知识点之间的联系不一定局限于数学学科内，可能还会涉及到其他学科之间的横向联系。生活中的问题有其复杂性和不确定性，很难用某一单一学科的知识完美解答，这就需要学生在多学科之间迁移应用，将知识揉碎与展开，通过多角度、多维度、系统性的知识对面临的结构不良问题进行系统分析。因此，教师在教学过程中也不能只专注本学科的知识，要与其他学科进行联系与拓展。例如在讲授向量内容时，就可以与物理中的力学相联系。当然，对于数学知识的拓展也不必局限于理科之间，将数学与国学进行联系也可以取得很好的效果，比如在讲授线面垂直时可以引入中国古代的堑堵、阳马、鳖臑这三个《九章算术》中重要的立体几何图形[12]，这样既拓宽了学生的知识面，也能引起学生的兴趣，培养学生对数学的热情。

### 4.3. 评估解决方案

2020年的这道高考题考察的是三角形部分的知识,学生可以从边和角两种角度进行解答,但无论从哪种,都可以在进行初步预估的时候发现条件③是最为简单能判断出不能构成三角形的条件,其他条件还需要进一步计算求出 $c$ 的长。

该题目作为新高考改革下首次出现在高考试卷中的结构不良问题,从解三角形的背景出发,需要学生自主选择条件将题目补充完整,不同条件对应的难度与计算量不同。学生对条件的选择自然不是盲目的,而是在浏览题目的过程中已经进行了初步的判断,根据经验从擅长的角度入手从而搭建最适合自己的问题解决空间,通过判断、选择和预估快速确定解决方案,其速度和准确度与学生的知识储备、元认知调控能力与非认知因素提供的动力大小成正比。

由于条件选择的灵活性,结构不良问题的教学自然不能按照传统认知观“知识即传递”的思想,但是也不能一味地任由学生自主探究。学生之前接触的都是结构良好问题,所掌握的解题策略与技巧也是针对结构良好问题而言的,若在与结构不良问题的接触中不做干预或不加以引导,学生则会按照以往的解题习惯进行解答,这会使其在解题过程中一头雾水,更有甚者降低学习积极性,并不能达到想要的效果。

不要让学生孤立地去学习知识,教师要进行合理引导,根据学生当前的经验去联想、回顾,带领其对学习内容进行组织、选择与重构,然后形成自己的知识体系,通过这样的过程将学生“领进门”,体验到结构不良问题与结构良好问题的不同之处,拓展学生思路,引导其认知、元认知、思维、情感、态度和价值观的参与,有效促进深度学习。同时,要注重数学学习的自我评价,鼓励学生在学习过程中进行自我监控,从而保证学习质量,提高学习效率。

## 5. 结语

具有灵活性和开放性特点的结构不良问题在高考试题中的出现,充分体现了经济和社会发展对人才的选择和需求。结构不良问题的解决过程需要充分调动认知、元认知和非认知因素,对于促进学生深度学习和高阶思维的发展具有重要意义,教师在教学过程中可以在注重基础知识教学的基础上通过创设有意义的情境、对学生合理引导、有意识地设计迁移应用和结合思维导图等来做到有效、高效地渗透此类问题,从而提升教学效果。

## 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)[M]. 北京: 人民教育出版社, 2018: 6-9.
- [2] 国务院. 国务院关于深化考试招生制度改革的实施意见[J]. 人民教育, 2014(18): 16-19.
- [3] 教育部考试中心. 中国高考评价体系说明(2019年版)[M]. 北京: 人民教育出版社, 2019.
- [4] 教育部考试中心. 中国高考评价体系[N]. 中国教育报, 2020-01-08(1).
- [5] 任子朝, 赵轩. 数学考试中的结构不良问题研究[J]. 数学通报, 2020, 59(2): 1-3.
- [6] Namsoo Shin Hong, 杜娟, 盛群力. 解决良构问题与非良构问题的研究综述[J]. 远程教育杂志, 2008(6): 23-31.
- [7] 韩朋成. 高中生物学结构不良问题的解决策略研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 四川师范大学, 2015.
- [8] 朱开群. 基于深度学习的“深度教学”[J]. 上海教育科研, 2017(5): 50-53+58.
- [9] 高田田, 陈豫眉. 认知弹性理论下的结构不良试题探析——以“2021年全国甲卷理科数学第18题”为例[J]. 高中数学教与学, 2022(2): 48-50.
- [10] 刘晓宁. 我国思维导图研究综述[J]. 四川教育学院学报, 2009, 25(5): 109-111+116.
- [11] 倪其育, 刘鹏, 居长华. 运用思维导图求解劣构问题探究[J]. 现代远程教育研究, 2011(1): 79-83.
- [12] 胡佳婧, 张亚琦. HPM 视角下的线面垂直判定定理教学设计与实施[J]. 中小学课堂教学研究, 2019(1): 15-20.