

基于 SOLO 分类理论的中考数学试题分析

——以 2024 年无锡中考为例

林 韬

扬州大学 江苏扬州

【摘要】本研究以 2024 年无锡中考数学试卷为例，基于 SOLO 分类理论从试题类型与课程内容两方面进行分析。研究发现，试卷结构层次分明，难度设计合理稳定，具有较强的区分度。通过不同层次的试题分析，为教师提供教学参考，帮助教师更好地理解学生的学习表现，调整教学策略。研究对教学的启示主要为四方面：夯实基础知识、强化知识联系、培养数学思维以及跨学科迁移能力。本研究旨在为数学教育研究提供新的视角和方法，推动数学教育的改革与发展。

【关键词】 SOLO 理论；中考数学；试题分析；教学启示

【收稿日期】 2025 年 2 月 18 日 **【出刊日期】** 2025 年 3 月 18 日 **【DOI】** 10.12208/j.aam.20250003

Analysis of mathematics questions in senior high school entrance examination based on SOLO classification theory-- Take Wuxi High School Entrance Examination in 2024 as an example

Tao Lin

Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu

【Abstract】 This study takes the 2024 Wuxi High School Entrance Examination Mathematics Paper as an example, and analyzes it from two aspects: test question type and course content based on the SOLO classification theory. The study found that the test paper has a clear structure, a reasonable and stable difficulty design, and a strong degree of differentiation. Through the analysis of test questions at different levels, it provides teachers with teaching references to help them better understand students' learning performance and adjust teaching strategies. The research has four main implications for teaching: consolidating basic knowledge, strengthening knowledge connections, cultivating mathematical thinking, and interdisciplinary transfer capabilities. This study aims to provide new perspectives and methods for mathematics education research and promote the reform and development of mathematics education.

【Keywords】 SOLO theory; Mathematics in the high school entrance examination; Test question analysis; Teaching enlightenment

随着《2022 年义务教育数学课程标准》（以下简称“新课标”）颁布以来，对初中阶段的数学课程提供了更高的标准。新课标在以学生为本，培养学生数学核心素养，进一步强调学生“四基”、“四能”发展的背景下，明确指出发挥评价的育人导向作用，坚持以评促学、以评促教^[1]。而近年来，SOLO 理论在数学教育评价中的应用逐渐增多，但针对中考数学试题的系统分析仍较为匮乏。因此本研究基于 SOLO 分类理论对无锡市中考数学试卷进行系统分析，不仅为教学提供参考，还旨在丰富和深化 SOLO 分类理论在教育评价中的应用，既能评价学生的过程性学习表现，又能同时检验教学目标的结果能否实现，为教师提供一定的教学参考。本研究在分析方法上具有较强的系统性，通过细致分析各层次试题，能够为教师教学、学生备考提供明确指引，同时也为中考命题提供参考。

1 理论支撑

SOLO 分类理论 (Structure of the Observed Learning Outcome) 是由 John Biggs 和 Kevin Collis 在 1982 年提出的一种学习评价框架, 将学习者的学习过程划分为 5 个层次, 从低阶到高阶依次是: 前结构水平、单点结构水平、多点结构水平、关联结构水平和抽象扩展结构水平^[2]。但由于前结构层次不符合评价学业水平的标准, 因此本研究未对其进行考虑。本研究从知识点考查的角度对试题的 SOLO 层次进行了划分。单点结构: 学生能理解某一知识点或任务的单一要素, 缺乏对知识的综合理解; 多点结构: 学生能识别和陈述多个知识点或任务的相关要素, 但知识之间缺乏逻辑联系; 关联结构: 学生能够整合多个知识点, 建立逻辑关系, 对知识点有较深入的理解, 能解释其内部结构和原理。抽象拓展结构: 学生不仅能够整合知识点, 进行抽象思考, 还能将其应用到新的情境中, 对知识点提出新的见解或理论。

国内外研究显示, SOLO 分类理论在数学教育中的应用主要集中在课堂教学设计、学生思维能力评价以及试题难度分析等方面。近年来, 国内已有学者将该理论应用于高考数学、大学数学等试题分析中, 如鲁永婧、左浩德对 2023 年高考试卷运用 SOLO 分析试题对学生思维层次的要求^[3]; 刘海涛、张灿通过 SOLO 理论分析四省联考中解析几何题目的研究^[4]。但在中考数学试题分析中的应用研究较为有限, 如陈铮以苏州卷为例分析函数部分 SOLO 思维层次的研究^[5]。本研究在此基础上, 首次聚焦无锡市中考数学试题, 通过 SOLO 分类理论的分析方法, 对试题结构和知识层次进行深入剖析, 同时进一步丰富了 SOLO 理论在初中教育阶段的应用场景。

2 研究设计

本研究样本选自 2024 年无锡市中考数学试卷, 试卷总分为 150 分, 涵盖选择题、填空题、解答题三大题型, 题目数量共 28 题。研究方法以 SOLO 分类理论为基础, 采用内容分析法对试题进行分类和统计。具体步骤包括: (1) 根据 SOLO 分类理论对试题内容进行解读和编码; (2) 将各题目按题型、课程模块等维度分类; (3) 统计各类题目在不同 SOLO 层次中的占比; (4) 结合试卷整体分析结果, 提出教学和命题方面的建议, 研究方法具有较强的科学性和可重复性。

3 基于 SOLO 理论的试卷分析

3.1 依据试题类型的 SOLO 层次分析

2024 年无锡市中考数学试卷主要以选择题、填空题、解答题三大题型组成, 具体见表 1, 选择题以单点结构为主, 学生易于拿到分数, 建立信心; 填空题逐步引入多点与关联结构题型, 体现一定的综合性; 解答题层次最为分明, 从基础运算到复杂建模, 尤其是抽象拓展题目对学生的逻辑推理与抽象能力提出了较高要求。整体来看, 试卷结构层次分明, 难度设计合理稳定, 有较强的区分度, 符合中考试卷的设计标准。

表 1 试题类型的 SOLO 层次分布表

	单点结构		多点结构		关联结构		抽象拓展结构		合计分数	百分比
	分数	百分比	分数	百分比	分数	百分比	分数	百分比		
选择题	15	50%	6	20%	9	30%	0	0%	30	20%
填空题	12	50%	3	12.5%	6	25%	3	12.5%	24	16%
解答题	9	9.4%	20	20.8%	55	57.3%	12	12.5%	96	64%
合计	36	24%	29	19.3%	70	46.7%	15	10%	150	100%

3.2 依据课程内容的 SOLO 层次分析

2024 年中考数学试卷内容全面覆盖了新课标课程内容的“数与代数”、“图形与几何”、“统计与概率”、“综合与实践”这四大课程模块, 分析中考试题中课程内容的 SOLO 层次, 能够明确不同模块的知识点在试卷中的考查深度, 体现考试的重点。由于“综合与实践”部分在其他三方面均有所体现, 所以不在单独分析。从表 2 可以看出试题中“数与代数”占比最大且分布均衡, 涉及到了四个完整的思维层次结构

的考查；“图形与几何”占比次之，主要以关联结构为主；“统计与概率”占比最小，没有涉及到抽象拓展结构的试题，表面以基础知识点和数据分析考查为主。整体来看，试题考查主要集中在“数与代数”和“图形与几何”两大模块，合计占比接近 85%，表明试卷的核心考查方向仍然是代数运算、方程、函数及几何推理。

表 2 课程内容的 SOLO 层次分布表

	单点结构		多点结构		关联结构		抽象拓展结构		合计分数	百分比
	分数	百分比	分数	百分比	分数	百分比	分数	百分比		
数与代数	19	27.9%	24	35.3%	19	27.9%	6	8.9%	68	45.4%
图形与几何	9	15.5%	0	0%	40	70%	9	15.5%	58	38.6%
统计与概率	7	29.2%	5	20.8%	12	50%	0	0%	24	16%
合计	35	23.3%	29	19.3%	71	47.4%	15	10%	150	100%

3.3 各 SOLO 层次的试题分析

以 2024 年无锡中考数学试题为例，运用 SOLO 分类理论对不同层次的试题进行具体分析。

(1) 单点结构 (U)

第 1 题：4 的倒数是 ()

- A. $\frac{1}{4}$ B. -4 C. 2 D. ± 2

试题分析：本题主要考察倒数的意义，题目信息清晰且数量较少，学生掌握乘积是 1 的两个数互为倒数这单一的知识点即可求解，属于单点结构。

(2) 多点结构 (M)

第 15 题：某个函数的图象关于原点对称，且当 $x > 0$ 时， y 随 x 的增大而增大，请写出一个符合上述条件的函数表达式_____。

试题分析：本题考察了函数的对称性与单调性两个独立的知识点，学生只要了解函数对称性与单调性的基本概念，找出满足两个条件的函数表达式即可。该题知识点独立，情境熟悉，但知识点没有被整合成一个更复杂的概念或关系，属于多点结构。

(3) 关联结构 (R)

第 22 (2) 题：一只不透明的袋子中装有 1 个白球、1 个红球和 1 个绿球，这些球除颜色外都相同。将球搅匀，从中任意摸出 1 个球，记录颜色后放回、搅匀，再从中任意摸出 1 个球。求 2 次摸到的球颜色不同的概率。（请用“画树状图”或“列表”等方法写出分析过程）

试题分析：本题以概率统计为背景知识，考查了列表法、树状图法求概率。解答此题，学生需要整合两次摸球的所有结果，通过综合分析筛选出符合条件的结果，最后进行概率计算。该题需要将多个相关事件整合在一起，形成一个整体的分析，这符合关联结构层次的特征。

(4) 抽象拓展结构 (E)

第 28 (3) 题：已知二次函数 $y = ax^2 + x + c$ 的图象经过点 $A(-1, -\frac{1}{2})$ 和点 $B(2, 1)$ 。若点 P 、 Q 在直线 AB 上，点 M 在该二次函数图象上。问：在 y 轴上是否存在点 N ，使得以 P 、 Q 、 M 、 N 为顶点的四边形是正方形？若存在，请直接写出所有满足条件的点 N 的坐标；若不存在，请说明理由。

试题分析：本题以二次函数为背景，考查二次函数的性质（顶点、对称轴、图象形状）、几何关系的分析，分析点 P 、 Q 、 M 、 N 的存在性及坐标条件。解答该题需推导出直线与抛物线的交点方程，判断满足矩

形条件的 N 点是否存在。运用数形结合思想,验证多个点的几何位置关系是否满足矩形条件。这一过程涉及复杂的推理与计算,并需要学生具备灵活建模能力,能将条件转化为代数与几何表达。要求学生熟练应用设点法、代入法、对称性质分析等多种方法,结合参数条件推导满足条件的点 N 坐标。问题设计独特、难度较大,要求对基础知识的熟练掌握和综合运用,属于抽象拓展结构。

4 总结与启示

4.1 总结

在以评促教视域下,中考数学试题的设计必须与教学目标紧密对应,以确保试题能够准确评估学生对数学知识和技能的掌握程度,通过对试题的深入分析,教师能够获得关于学生学习成效的直接反馈,从而调整教学策略和方法^[6]。本研究通过不同层次的试题 SOLO 分析得出,2024 无锡数学中考试题整体结构科学合理,包含基础知识与综合能力方面的考查。难度试卷的难度比大致为 4.3: 4.7: 1,这一比例既保证了试卷的基础性,又通过较高占比的中等难度题目确保区分度,并设置了一定比例的难题,用于筛选出具有更强数学思维能力的学生;试题考查的内容符合课标要求,不失创新性,有利于教师调整教学策略,实现个性化教学。

4.2 启示

首先,注重基础知识的掌握。试卷中单点结构(24%)和多点结构(19.3%)两类题目的总占比达到 43.3%,这类题目主要考查学生基础概念的掌握程度、基本计算能力以及基本的解题能力。教师在教学过程中,应注重概念教学,可以让学生亲自体验概念的形成过程,经历公式、定理、法则、性质的发现和推导过程,确保学生透彻理解基础的知识点;在日常作业和课堂练习中,注重口算、笔算、方程求解、几何作图等题目的训练,提升学生基本的计算能力、解题能力。

其次,加强知识之间的联结。试卷中关联结构题目占比最高接近 50%,说明中考更侧重于要求学生将多个知识点结合起来解决数学问题,而非单一考查某个知识点。针对这一类题型,教师可以引导学生识别题目涉及的多个知识点,然后逐步拆解,筛选出有利的条件,最后综合分析解决问题。在日常教学过程中,教师应帮助学生建立相应知识之间的联系,构建知识概念图,引导学生跨章节思考问题,将几何与代数知识相结合,培养学生串联知识能力。

再次,突破抽象拓展试题,培养数学思维。虽然试卷中抽象拓展试题仅占 10%,但这是学生突破高分的“拦路虎”。面对这些较高难度题,教师的教学策略中应加强数学思想的传授,如数形结合、分类讨论、构造法、逆向思维等等。教师可以在教学中要落实大单元教学,深入研究和理解教材内容,根据学生需求并立足系统思维设计大单元教学学案,加深学生对知识点之间横向的联系、综合和关联,促进学生思维向关联结构和拓展抽象结构的思维水平转变^[7]。在具体题目中引导学生思考、运用数学思想解决难题;同时教师鼓励学生探索不同的解法,引导学生思考不同解法的异同,提高解决问题的灵活性,从“会做题”向“会思考”转变。

最后,突破固有模式,培养知识迁移能力。如今是数学试题内容紧密联系实际,情境多样,涉及跨学科知识考查,仅 2024 无锡中考试卷中便包括高铁发展、麦穗实验、劳动教育情境。教师要培养学生对新颖情境的知识迁移能力,运用已有的知识结构去解决问题,通过结合不同情境,寻找学科融合的切入点,设计跨学科问题,帮助学生把问题数学化,使用数学的方法解决问题^[8]。日常教学中适当引入数学史、数学文化,拓宽学生视野,培养学生发散思维,灵活运用已学知识解决新的数学问题。

参考文献

- [1] 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.
- [2] Biggs, J., & Collis, K. Evaluating the Quality of Learning: The SOLO Taxonomy[M]. Academic Press,1982.
- [3] 鲁永婧,左浩德.基于 SOLO 分类理论的高考数学试题分析——以 2023 年全国数学新高考 I 卷为例[J].高中数学教与学,2024,(15):4-7.

- [4] 刘海涛,张灿.SOLO 分类理论下对四省联考解析几何题的研究[J].数理化学学习(高中版),2023,(09):21-23.
- [5] 陈峥.中考数学试题中函数部分的 SOLO 思维层次研究——以 2022~2024 年苏州卷为例[J].教育进展, 2025, 15(1): 669-678.
- [6] 刘璇.以评促教视域下的中考数学试题研究[J].理科考试研究,2025,32(01):33-36.
- [7] 尹秋云.SOLO 分类理论视角下的中考数学试题评价研究——以 2024 年广东省初中学业水平考试试卷为例[J].理科考试研究,2024,31(22):17-22.
- [8] 苏洪雨,杨洋.跨学科项目式导向考查数学探究创新——2024 年中考“综合与实践”专题解题分析[J].中国数学教育(初中版), 2024(12):50-61.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS