

# 基于 SOLO 分类理论的高考数学试题分析

——以 2024 年全国数学新高考 I 卷为例

郁瑶洁

扬州大学数学科学学院 江苏扬州

**【摘要】**本文基于 SOLO 分类理论对 2024 年全国数学新高考 I 卷进行分析，重点评估试卷在逻辑思维、概念理解、问题分析、创新和数学应用方面的表现。研究发现，试卷涵盖多个领域，但知识点分布不均，突出考查多点结构和抽象拓展结构，强调高阶思维。结论表明，试卷重视夯实基础知识并提升深度思考的能力，同时注重培养逻辑推理思维。

**【关键词】**SOLO 分类理论；高考数学试卷；思维层次

**【收稿日期】**2024 年 10 月 18 日    **【出刊日期】**2024 年 12 月 5 日    **【DOI】**10.12208/j.aam.20240050

**Analysis of college entrance examination mathematics test questions based on SOLO classification theory -**

**Taking the 2024 national mathematics new college entrance examination paper I as an example**

*Yaojie Yu*

*School of Mathematical Sciences, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu*

**【Abstract】** This paper analyzes the 2024 National Mathematics New College Entrance Examination Paper I based on the SOLO classification theory, focusing on evaluating the performance of the test paper in logical thinking, concept understanding, problem analysis, innovation and mathematical application. The study found that the test paper covers multiple fields, but the knowledge points are unevenly distributed, highlighting the examination of multi-point structure and abstract expansion structure, and emphasizing high-order thinking. The conclusion shows that the test paper attaches importance to consolidating basic knowledge and improving the ability of deep thinking, while focusing on cultivating logical reasoning thinking.

**【Keywords】** SOLO classification theory; College Entrance Examination Mathematics Test Paper; Thinking Level

## 1 问题提出

在全球教育改革的浪潮中，我国教育体系也在积极推进素质教育，如何有效测评和培养学生的综合素质已成为亟待解决的关键课题。《普通高中数学课程标准（2017 年版 2020 年修订）》提到：“在设计学习评价工具时，应关注知识与技能的覆盖范围和难度，确保能够有效评估学生的思维过程、思维深度和广度”<sup>[1]</sup>。作为人才选拔的核心环节，高考试题的编制及其严谨性和科学性，已成为教育改革的焦点。

本研究运用 SOLO 分类理论对 2024 年数学新高考 I 卷中的数学试题进行全面的剖析，为我国学生的学习方法改进和教师的教学实践提供更科学的指导依据。

## 2 研究过程

### 2.1 试题的 SOLO 层次划分

SOLO 分类理论是由比格斯 (Biggs) 和科利斯 (Collis) 于 1982 年创建，它是一种以等级描述为特征的质性评价方法<sup>[2]</sup>。SOLO 分类理论将学习成就分为五个层次，处于前结构水平的学生无法掌握问题中的基

础知识,回答缺乏逻辑性,未达到学业水平要求,因此暂时不予考虑。在 SOLO 分类理论基础上,综合参照曾建国<sup>[3]</sup>的研究方法,编制出试题的 SOLO 层次划分表,如表 1 所示。

## 2.2 试题内容的领域划分

新课标将高中数学课程分为“函数”“几何与代数”“概率与统计”“数学建模与探究活动”四条主线,必修课程增设“预备知识”。由于数学建模考察依赖于其他模块,本文不对该领域进行分析。内容领域划分为预备知识(编码 1)、函数(编码 2)、几何与代数(编码 3)、概率与统计(编码 4)。如表 2 所示。

## 2.3 试卷编码

对 2024 年新高考 I 卷各题进行编码,具体流程如下:

首先,确定题目涉及的知识领域,例如考查集合的题目归为“预备知识”领域,编码为 1;接着,判断题目所属的 SOLO 层次,若为单点结构则编码为 U,多点结构则编码为 M,依此类推。最后,将知识领域与 SOLO 层次相结合进行编码,例如,考查集合且为多点结构的题目编码为 1-M。

## 2.4 编码结果

根据以上所采用的编码标准,本研究将 2024 年数学新高考 I 卷进行了 SOLO 思维层次和内容领域划分,编码结果如表 3 所示。

## 2.5 肯德尔协同系数

本研究通过发放问卷的方式,征集许多数学师范生的意见,让他们对试卷的试题的内容领域和 SOLO 思维层次水平进行评定,运用 spss26.0 对收集到的数据进行系统的分析,如表 4 所示。

由表 4 可知,新高考 I 卷在内容领域,SOLO 思维层次上的肯德尔系数为 1.000,0.891,达到显著水平,这表明评定者的判断结果具有较强的统一性,从而提高了评定的可靠性。

## 3 分析与讨论

### 3.1 试题的“内容领域+SOLO 层次”二维评价分析

参照高考数学试题 SOLO 层次划分标准及内容领域划分标准对 2024 年高考数学新 I 卷进行二维归类分析,如表 5 所示。

从表 5 可以看出,新高考 I 卷涵盖了四个内容领域,知识点广泛,但题目分布不均,函数和几何与代数部分的考查较为密集,而预备知识和概率统计部分相对较少。从思维深度来看,预备知识部分仅涉及单点结构,函数与几何与代数广泛覆盖所有 SOLO 层次,概率与统计侧重多点结构和抽象拓展结构。

表 1 试题 SOLO 层次划分

| SOLO 层次    | 规则描述  |
|------------|---|
| 前结构水平 (P)  | 学生无法理解任务要求,提供的答案无组织、混乱且不相关。                 |
| 单一结构水平 (U) | 学生能提供单一、表面的答案,但仅关注一个方面,缺乏整体理解和深度思考。         |
| 多元结构水平 (M) | 学生可以识别并列举出多个独立的事实或观点,但未能将其有机整合。             |
| 关联结构水平 (R) | 学生可以识别并列举出多个独立的事实或观点,能将其有机整合。               |
| 抽象拓展结构 (E) | 学生不仅能综合信息,还能进行抽象思考,创新应用知识解决新问题或对原问题进行批判性反思。 |

表 2 试题内容领域划分

| 内容领域划分 | 包括内容   | 编码 |
|--------|--|----|
| 预备知识   | 集合,常用逻辑用语,不等式,从函数观点看一元二次方程和一元二次不等式,算法初步,推理与证明。           | 1  |
| 函数     | 函数概念与基本初等函数(指数函数、对数函数、幂函数),三角函数,三角恒等变换,数列,一元函数导数及其应用。    | 2  |
| 几何与代数  | 平面向量,解三角形,数系的扩充与复数的引入,立体几何初步,空间向量与立体几何,平面解析几何初步,圆锥曲线与方程。 | 3  |
| 概率与统计  | 概率,统计,计数原理,概率与统计。  | 4  |

表 3 编码结果

| 题型 | 题号     | 主题 | SOLO | 编码结果 | 分值 |
|----|--------|----|------|------|----|
| 单选 | 1      | 1  | U    | 1-U  | 5  |
| 单选 | 2      | 3  | U    | 3-U  | 5  |
| 单选 | 3      | 3  | U    | 3-U  | 5  |
| 单选 | 4      | 2  | M    | 2-M  | 5  |
| 单选 | 5      | 3  | U    | 3-U  | 5  |
| 单选 | 6      | 2  | M    | 2-M  | 5  |
| 单选 | 7      | 2  | M    | 2-M  | 5  |
| 单选 | 8      | 2  | M    | 2-M  | 5  |
| 多选 | 9      | 4  | M    | 4-M  | 6  |
| 多选 | 10     | 2  | R    | 2-R  | 6  |
| 多选 | 11     | 3  | E    | 3-E  | 6  |
| 填空 | 12     | 3  | M    | 3-M  | 5  |
| 填空 | 13     | 2  | M    | 2-M  | 5  |
| 填空 | 14     | 4  | R    | 4-R  | 5  |
| 解答 | 15 (1) | 2  | U    | 2-U  | 5  |
| 解答 | 15 (2) | 2  | M    | 2-M  | 8  |
| 解答 | 16 (1) | 3  | U    | 3-U  | 4  |
| 解答 | 16 (2) | 3  | E    | 3-E  | 11 |
| 解答 | 17 (1) | 3  | M    | 3-M  | 6  |
| 解答 | 17 (2) | 3  | R    | 3-R  | 9  |
| 解答 | 18 (1) | 2  | U    | 2-U  | 2  |
| 解答 | 18 (2) | 2  | M    | 2-M  | 5  |
| 解答 | 18 (3) | 2  | E    | 2-E  | 10 |
| 解答 | 19 (1) | 2  | R    | 2-R  | 4  |
| 解答 | 19 (2) | 2  | M    | 2-M  | 3  |
| 解答 | 19 (3) | 2  | E    | 2-E  | 10 |

表 4 肯德尔协同系数的分析结果

| 新 I 卷       | 肯德尔协同系数 | 卡方     | 自由度 | 显著值   |
|-------------|---------|--------|-----|-------|
| 内容领域        | 1.0000  | 94.000 | 29  | 0.000 |
| SOLO 思维层次水平 | 0.891   | 60.548 | 29  | 0.000 |

表 5 2024 数学新高考 I 卷划分二维表

| 新 I 卷 | 单点结构            | 多点结构                                      | 关联结构       | 抽象拓展结构         |
|-------|-----------------|---|------------|----------------|
| 预备知识  | 1               |   |            |                |
| 函数    | 15 (1), 18 (1)  | 4, 6, 7, 8, 13,<br>15 (2), 18 (2), 19 (2) | 10, 19 (1) | 18 (3), 19 (3) |
| 几何与代数 | 2, 3, 5, 16 (1) | 12, 17 (1)                                | 17 (2)     | 11, 16 (2)     |
| 概率与统计 |                 | 9   | 14         |                |

为详细描绘 2024 年数学新高考 I 卷的思维深度，研究采用艾珲琏和周莹的分析框架<sup>[4]</sup>，设定四级思维层次：1 表示单点结构，2 表示多点结构，3 表示关联结构，4 表示抽象拓展结构，根据  $S = A \times 1 + B \times 2 + C \times 3 + D \times 4$  ( $A, B, C, D$  是各内容领域对应的思维层次的分值在该领域总分值的百分比)，计算出该试卷在 4 个领域及总体的值，并绘制出各领域的思维层次整体分布图，如图 1 所示。

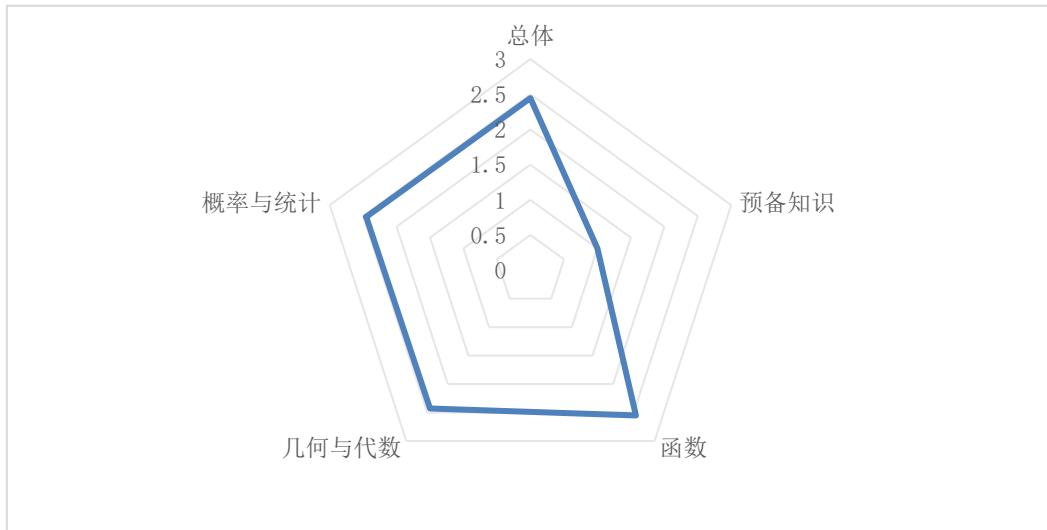


图 1 试题 4 个领域整体思维层次分布

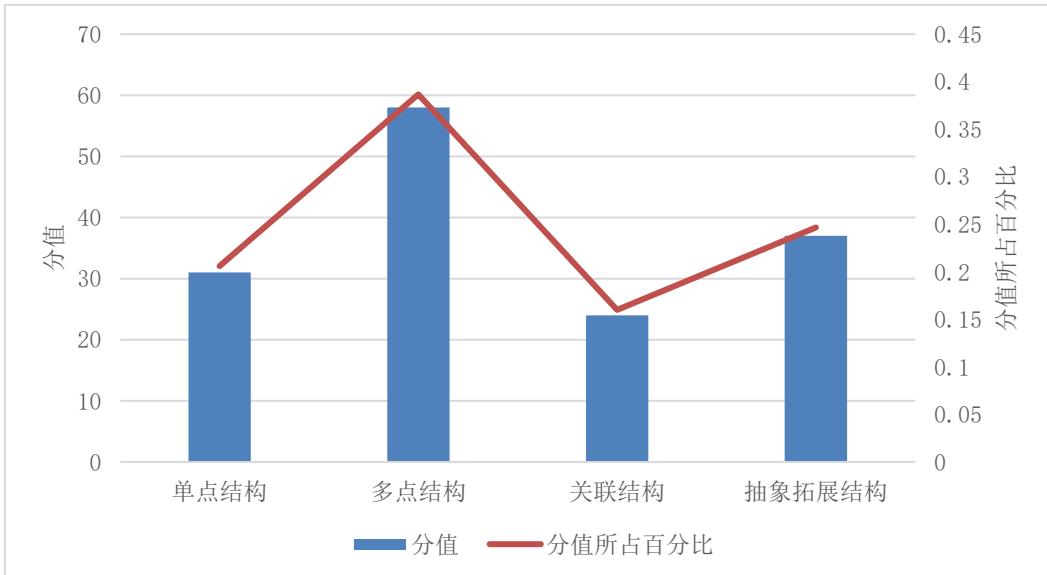


图 2 试题 SOLO 层次分值统计

如图 1 所示：2024 年数学新高考 I 卷整体命题思维深度介于多点结构和关联结构之间，表明考题难度适中，平衡了基础与进阶认知的要求。各领域的思维层次考查强度依次为：函数>概率与统计>几何与代数>预备知识。函数领域的 SOLO 层次要求最高，主要集中在多点结构和关联结构；其次是较具挑战性的概率与统计。几何与代数紧随其后，位居第三。而预备知识的 S 值为 1，处于单点结构水平。总体而言，函数和概率与统计的考查难度高于预备知识和几何与代数。

### 3.2 试题的 SOLO 层次分值统计分析

依据试题划分的二维表，对各试题的 SOLO 层次进行了分值统计，并绘制了 SOLO 层次分值统计图，如图 2 所示。由图 2 可知：2024 年新高考 I 卷涵盖了四种结构层次，题型设置旨在满足不同水平学生的需求，确保每位考生都能在其能力范围内得到锻炼与提升，体现了教育的公平性与个性发展的双重目标。

其次，SOLO 层次划分明显，依次为多点结构>抽象拓展结构>单点结构>关联结构。抽象拓展结构的分值最高，占 58 分 (38.7%)；其次是多点结构，占 37 分 (24.7%)；单点结构和关联结构分别占 31 分 (20.6%)

和 24 分（16%）。这表明高考数学更侧重多点结构和抽象拓展结构的能力考查，同时兼顾较低思维能力的学生，有效筛选出具备较强综合能力的考生。

### 3.3 试题的内容领域分值统计分析

根据 2024 年数学新高考 I 卷的二维表划分，对试题的内容领域进行了分值统计，并绘制了相应的内容领域分值统计图和各领域试题思维层次分布图，如图 3 和图 4 所示。

由图 3、图 4 可以看出：试题主要考查函数与几何与代数两大领域，分别占 78 分和 56 分，总计占试题的 89.3%。这两个领域涵盖了 4 个 SOLO 层次，其中函数板块以多点结构为主，几何与代数则集中在单点结构和抽象拓展结构。相比之下，预备知识和概率与统计的考查较少，仅占总分的 10.7%。预备知识只有一道单点结构题，概率与统计涉及多点结构和关联结构。由此可见，试题在各领域中的 SOLO 层次分布不均，差异明显。

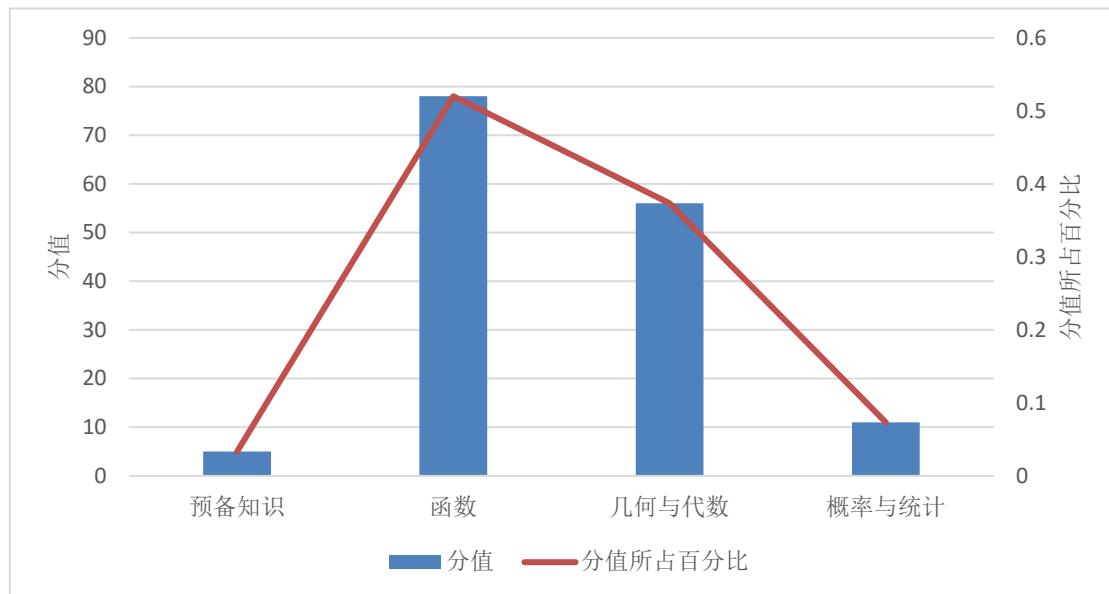


图 3 试题内容领域分值统计

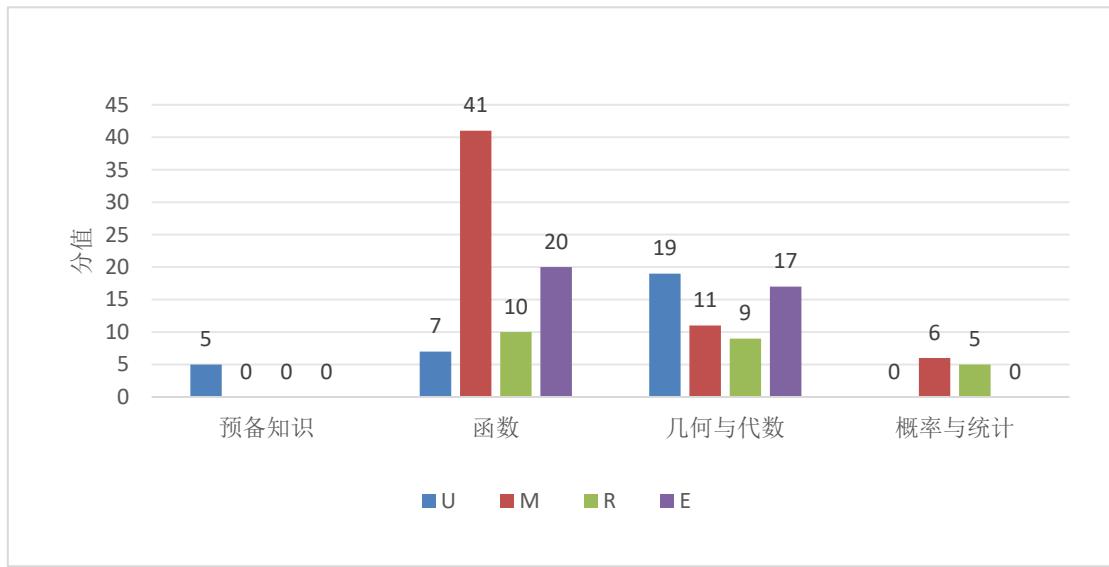


图 4 4 个领域的试题思维层次分布

## 4 总结与启示

### 4.1 结论

本研究基于 SOLO 分类理论，结合《普通高中数学课程标准》对 2024 年高考数学新 I 卷进行了双维度编码分析，得出以下结论：

(1) 通过对试题的“内容领域+SOLO 层次”二维分析，发现该试卷在知识点覆盖上较为全面，广泛触及课程标准规定的内容，体现了高考作为国家选拔考试的严肃性与对学生综合素质的高要求。试卷整体思维深度较高，且对 4 个领域的思维层次具体要求为函数>概率与统计>几何与代数>预备知识。

(2) 经过对试题的 SOLO 层次分值统计分析试卷涵盖了四个思维层级：单点结构、多点结构、关联结构、抽象拓展结构，趋势为多点结构>抽象拓展结构>单点结构>关联结构，体现了试题的难度梯度和层次感，兼顾不同水平考生的能力。

(3) 经过对试题的内容领域分值统计分析，可以发现试卷中各个主题的考查重点与 SOLO 思维层次的分配并不均衡。函数与几何与代数占据较大比重，预备知识与概率与统计考查较少。

总的来说，2024 年数学新高考 I 卷严格遵循课程标准，全面覆盖知识点，突出基础知识和高阶思维的考查。在严谨评估核心知识的同时，适度扩展和深化命题设计，旨在引导学生从理论到实践，提升创新思维和解决实际问题的能力。

### 4.2 启示

在响应高考综合改革的深远诉求下，基于对 2024 年高考数学新 I 卷的详尽分析与对比研究，我们可以提炼出以下几个关键性的启示：

(1) 重视夯实基础知识并提升深度思考的能力。

从各套高考数学卷的分析中，我们可以明显看出基础知识的重要性。从 SOLO 层次分析来看，单点和多点结构题目占较大比重，表明高考注重基础知识的扎实掌握与灵活运用。同时，抽象拓展结构题目占较高，强调复杂问题解决和创新思维的培养，突出选拔具有深度理解和创造性思维的学生。教师应重视基础知识教学，并通过多样化练习提升学生对概念的理解与应用，培养解题技能和数学素养。

(2) 注重逻辑推理思维能力培养

2024 年数学新高考 I 卷在“内容领域+SOLO 层次”的双重维度上，鲜明体现了对重要数学概念、定理、方法和思想的深刻理解和灵活运用的考查力度。高考强调逻辑推理素养的考查，要求学生能理解推理规则，并能进行逻辑表达与交流<sup>[5]</sup>。试题通过设立多层次、多类型的题目，引导学生进行深度思考与综合解析，进而提升逻辑思维、创新思维和实际问题解决的能力。教师应注重培养学生的逻辑思维和应用能力，通过多层次题目训练，结合实际生活场景，提升学生对数学概念的深刻理解。

## 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)[M]. 北京:人民教育出版社,2020.
- [2] 吴有昌,高凌飚.SOLO 分类法在教学评价中的应用[J].华南师范大学学报（社会科学版）,2008(3):95-99.
- [3] 曾建国.基于 SOLO 分类理论的高考数学试题评价研究——知识点考查的视角[J].赣南师范大学学报,2016,37(6):130-134.
- [4] 艾辉琏,周莹.基于 SOLO 分类理论的高考数学试题思维层次分析——以 2016 年全国卷（理科）为例[J].教育测量与评价,2017(5):58-64.
- [5] 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.

版权声明：©2024 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