

基于SOLO分类理论的高考生物学试题分析

——以“2025年湖北省高考生物学试题”为例

陈治宏, 王威*, 曾雯

四川师范大学生命科学学院, 四川 成都

收稿日期: 2025年8月25日; 录用日期: 2025年9月22日; 发布日期: 2025年9月29日

摘要

SOLO分类理论能直观化试题所考查的知识量和科学思维能力的结构, 是试题分析的重要理论工具。基于SOLO分类理论, 本研究从知识和科学思维能力两个维度构建试题分析模型, 对2025年湖北省高考生物学试题进行分析, 并提出教学建议, 以期为高中生物学教学提供参考。

关键词

SOLO分类理论, 高考生物学试题分析, 科学思维

Analysis of Biology Test Questions in College Entrance Examination Based on SOLO Classification Theory

—Taking “2025 Hubei Provincial College Entrance Examination Biology Test” as an Example

Zhihong Chen, Wei Wang*, Wen Zeng

College of Life Sciences, Sichuan Normal University (SNU), Chengdu Sichuan

Received: August 25, 2025; accepted: September 22, 2025; published: September 29, 2025

Abstract

The SOLO classification theory provides a visual framework for assessing knowledge content and

*通讯作者。

scientific thinking abilities in examination questions, serving as a crucial theoretical tool for test analysis. Building upon this framework, this study constructs an analytical model encompassing both knowledge acquisition and scientific reasoning dimensions. Through analyzing the 2025 Hubei Province College Entrance Examination Biology test, the research proposes teaching recommendations to inform high school biology instruction.

Keywords

SOLO Classification Theory, Analysis of Biology Test Questions in College Entrance Examination, Scientific Thinking

Copyright © 2025 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. 引言

《教育强国建设规划纲要(2024~2035年)》提出要重点强化学生学科素养和思维品质的考查。在《普通高中生物学课程标准(2017年版)》中指出评价方式应多样化,应指向学生生物学学科核心素养的发展[1]。科学思维作为生物学学科核心素养维度之一,具有不同水平层次。《高考试题分析(生物学)》提出,生物学试题从思维的维度能够分为多个水平层次,科学思维能力要求随试题层次递增[2]。利用 SOLO 分类理论的生物学试题分析研究主要集中于,基于该理论对生物学试题的 SOLO 水平层级及所考查的科学思维能力进行分析,但试题知识数量及学生的思维操作过程仍难以直观化。SOLO 分类理论作为评价工具,能直观呈现试题考查的知识数量和科学思维结构,其 SOLO 水平层级与科学思维水平联系紧密且具有对应关系,能够基于此对生物学试题进行分析。本研究借助 SOLO 分类理论,从知识和科学思维能力两个维度构建生物学试题分析模型,利用该模型对高考生物学试题进行分析。分析发现,2025 年湖北省高考生物学试题多集中于关联结构水平,且试题考查的知识和科学思维能力随试题的 SOLO 水平层级的递增而提升。其中单点结构水平和多点结构水平试题侧重考查知识的“量”和低阶科学思维能力,关联结构水平和扩展抽象结构水平试题重视知识的整合和科学思维的综合运用,并据此提出高中生物学教学建议。

2. SOLO 试题分析模型

SOLO 分类理论(Structure of the Observed Learning Outcome)即“可观察的学习成果结构”,是 Biggs 建立于认知发展理论基础,用于评价学生回答问题时的思维结构的理论[3]。SOLO 分类理论聚焦于学生解决问题时的不同类型的思维结构水平,根据科学思维的复杂程度,将科学思维划分为 5 种类型,包括:前结构(Pre-structural, P)、单点结构(Uni-structural, U)、多点结构(Multi-structural, M)、关联结构(Relational, R)和扩展抽象结构(Extended Abstract, E),且高水平层次需以低水平层次为基础。前结构层次同中学阶段学生科学思维能力特征不符,故本研究未涉及。SOLO 分类理论中原始回答结构模型用“▲”代表题目问题,“●”代表给出的相关素材,“○”代表未给出的相关假设,“R”代表解答。由于生物学试题的解答常需依托试题的题干信息和已有知识,故本研究将“相关素材(●)”的内涵细化为“题干信息(◎)”和“已有知识(●)”,其数量反映解题所需的信息数量。在综合题中,若有多个正确答案,则 R 的数量反映正确答案的数量。以 SOLO 分类理论回答结构模型和前人研究为基础,结合高中生物学试题特点,构建试题分析模型(见表 1)[4][5]。由表 1 可见,单点结构水平和多点结构水平的试题思维操作简单,

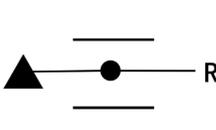
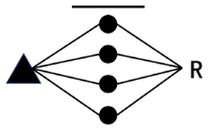
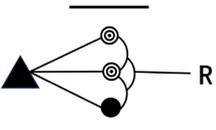
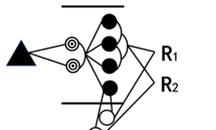
主要考查对已有知识的掌握程度，而关联结构水平和扩展抽象结构水平的试题需要整合题干信息与已有知识，并进行思维操作，既考查学习的“量”，也考查学习的“质”。

3. 试题 SOLO 水平层次统计分析

SOLO 分类理论能够将高考生物学试题所考查的生物学核心素养中的科学思维直观化，并能体现试题所考查的科学思维的不同水平层次。基于 SOLO 试题分析模型，对 2025 年湖北省高考生物学试题的 SOLO 水平进行统计分析，统计结果如表 2 所示。其中选择题以题号作为研究单位，非选择题以题空作为研究单位。2025 年湖北省高考生物学试题所考查的科学思维水平层次包括单点结构水平、多点结构水平、关联结构水平及扩展抽象结构水平。单点结构水平和多点结构水平试题占比约为 25%，该部分试题主要考查学生对生物学基本概念、原理和事实的记忆理解和简单整合。关联结构水平和扩展抽象水平试题占比约为 75%，其中关联结构水平试题占比最高，侧重考察学生对已有知识的整合迁移与高阶科学思维能力的综合运用。这表明高考生物学试题从知识本位转向素养本位，呈现出对知识和能力的融合考查特点，且注重知识的整合迁移，以及模型与建模思维、批判性思维和创新性思维等高阶科学思维能力的综合运用。这种转变契合《中国高考评价体系》所提出的以情境载体为依托，考查学生知识与能力的综合运用能力的考查要求。

Table 1. SOLO analysis model for examination questions

表 1. SOLO 试题分析模型

SOLO 水平	单点结构	多点结构	关联结构	扩展抽象结构
科学思维水平	水平一	水平二	水平三	水平四
试题特点	基于单一知识进行回答，通常不需要借助题干情境	根据多个互不关联的知识或题干情境进行回答	根据多个相互关联的知识或题干情境，综合分析后进行回答	以题干情境为基础，通过对相关知识的逻辑推导，推理出相关假设，迁移运用多个相关联的知识进行回答
试题分析模型				

4. 题例分析

2025 年湖北省高考生物学试题围绕“基础性、综合性、应用性和创新性”的考查要求，以情境为载体，以必备的基础知识为考查内容，以逻辑推理、模型与建模和批判性思维等关键能力为核心，实现高考生物学试题的考查目标。运用 SOLO 试题分析模型对 2025 年湖北省高考生物学试题进行分析，能具象化试题知识和思维结构特点。

(一) 单点结构水平试题分析

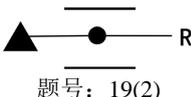
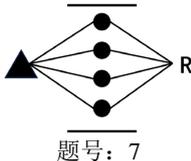
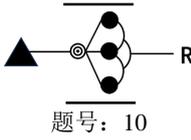
(2025·湖北卷, 19 节选)某种昆虫病毒的遗传物质为双链环状 DNA。该病毒具有包膜结构，包膜上的蛋白 A 与宿主细胞膜上的受体结合后，两者的膜发生融合，从而使病毒 DNA 进入细胞内进行自我复制。回答下列问题：

体外培养的梭形昆虫细胞，被上述病毒感染后会转变为圆球形，原因是病毒感染引起了昆虫细胞内(填细胞结构名称)的改变。

试题分析：本题不需结合题干信息，通过回顾“细胞骨架的特点”这一知识点即可完成回答，属单点结构水平，回答结构见表 2。

Table 2. Statistics and answer structure of SOLO level hierarchy for the biology examination questions of the 2025 Hubei Provincial College Entrance Examination

表 2. 2025 年湖北省高考生物学试题 SOLO 水平层次统计及试题回答结构

SOLO 水平	题号	试题比例	试题回答结构
单点结构	19(1)、19(2)、20(1)、20(5)、21(1)、22(1)、22(2)、22(3)	18%	 题号: 19(2)
多点结构	4、7、8	7%	 题号: 7
关联结构	1、2、3、5、6、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19(3)、19(4)、19(5)、19(6)、20(2)、20(3)、20(3)、20(4)、20(4)、21(2)、21(2)、21(4)、21(5)、22(2)、22(4)	70%	 题号: 10
扩展抽象结构	21(3)、22(5)	5%	 题号: 22(5)

(二) 多点结构水平试题分析

(2025·湖北卷, 7)我国农学家贾思勰所著《齐民要术》记载：“凡五谷种子，沍郁则不生，生者亦寻死。”意思是种子如果受潮发霉就不会发芽，即使发芽也会很快死亡。下列叙述错误的是()

- A. 农业生产中，种子储藏需要干燥的环境
- B. 种子受潮导致细胞内结合水比例升高，自由水比例降低，细胞代谢减弱
- C. 霉菌在种子上大量繁殖，消耗了种子的营养物质，不利于种子正常萌发
- D. 发霉过程中，微生物代谢产生的有害物质可能抑制种子萌发相关酶的活性

试题分析：本题各选项考查的知识点分别是细胞呼吸原理的应用、水与细胞代谢的关系、种子萌发的条件和影响因素和微生物代谢产物的影响，且各选项的知识点无关联，属多点结构水平，回答结构见表 2。

(三) 关联结构水平试题分析

(2025·湖北卷, 10)深秋时节，有机蔬菜种植基地常会收集大量塘泥堆置于池塘周边，待其自然风干，再经过冬季自然腐熟后，次年可作为优质有机肥。根据上述材料，下列叙述错误的是()

- A. 塘泥不能直接用作有机肥是因为其水分含量过高
- B. 腐熟过程中发挥核心作用的是微生物的分解活动
- C. 处理后的塘泥作为有机肥，可有效提升土壤肥力
- D. 塘泥的资源化利用符合生态学循环原理，有助于农业可持续发展

试题分析：本题解答需基于“塘泥风干并腐熟后可作为有机肥”这一题干信息，再整合相关已有知识进行分析，考查归纳与概括思维及模型与建模思维等科学思维能力。各选项需整合知识点分解者的功能、无机盐的功能和生态工程的基本原理构建腐熟循环机制模型“塘泥风干→降低水分→微生物分解者分解有机物(腐熟)→释放矿质元素→提升土壤肥力→完成资源循环”，并通过进一步的因果推理综合分析后完成回答，属关联结构水平，回答结构见表2。

(四) 扩展抽象结构水平试题分析

(2025·湖北卷, 22 节选)治疗疟疾的药物青蒿素主要从植物黄花蒿中提取, 但含量低。为培育青蒿素含量高的黄花蒿新品种, 科研工作者开展了相关研究, 发现青蒿素主要在叶片的腺毛中合成与积累, 并受到如水杨酸(SA)和茉莉酸甲酯(MeJA)等植物激素的调节。研究表明, SA 和 MeJA 通过调控 miR160 的表达量(miR160 是一种微小 RNA, 能与靶 mRNA 结合, 引起后者降解), 影响黄花蒿腺毛密度和青蒿素含量。miR160 的一种靶 mRNA 编码 ARFI 蛋白, 该蛋白影响青蒿素合成关键酶基因 DBR2 的表达。研究结果如图 1 所示。

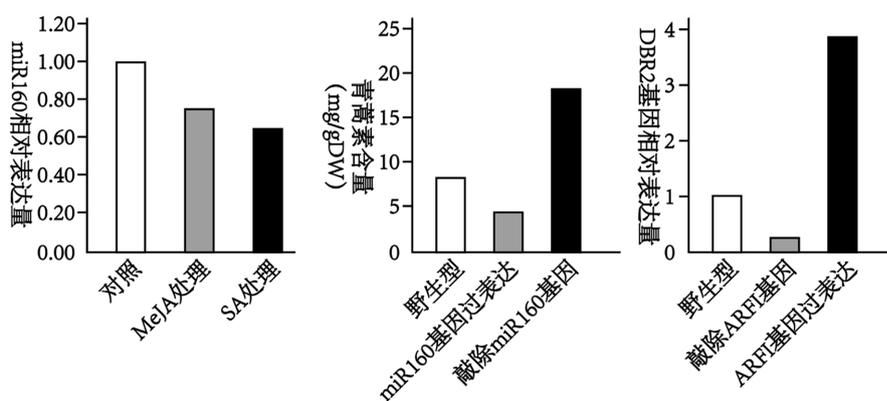


Figure 1. The illustration for question 22 of the 2025 Hubei examination paper
图 1. 2025 年湖北卷 22 题题图

请根据上述材料, 提出一种培育青蒿素含量高的黄花蒿新品种的思路: _____。

试题分析：本题需要从具体的实验结果和机制中抽象出一般规律, 并迁移运用已有知识, 创造性地提出解决思路, 考查模型与建模思维、批判性思维和创造性思维等高阶思维能力。通过对题干信息“SA 和 MeJA 通过调控 miR160 的表达量影响黄花蒿的青蒿素含量, miR160 的一种靶 mRNA 编码的 ARFI 蛋白影响青蒿素合成关键酶基因 DBR2 的表达”和题图信息“miR160 的表达量与青蒿素含量呈负相关, ARFI 基因过表达促进青蒿素合成关键酶基因 DBR2 的表达”的抽象概括, 抽象出“miR160→降解 ARFI mRNA→ARFI 蛋白减少→DBR2 表达抑制→青蒿素合成减少”的调控机制模型。通过对模型的逆向推理和假设, 题目要求就转化为“如果降低 miR160 的表达、敲除 miR160 基因和使 ARFI 基因过表达, 则青蒿素增加”。基于假设内容, 整合知识点遗传信息的转录、遗传信息的翻译和基因工程的应用, 形成可行的思路, 属扩展抽象结构水平, 回答结构见表 2。

5. 总结与建议

综上所述, 随着 SOLO 水平层级的提升, 试题在知识和科学思维能力方面的要求也随之提高。高层级试题的能力要求以低层级试题的能力为基石, 是对低层次能力的深化。单点结构水平和多点结构水平试题考查知识数量的累积, 以及归纳概括和演绎推理等低阶科学思维。而关联结构水平和扩展抽象结构

水平试题不仅要对题干信息和已有知识进行整合,更强调多种科学思维能力的综合运用。

(一) 重视生物学概念体系的构建

高考生物学试题以基础知识为考查内容,而生物学概念是基础知识的核心。基于各 SOLO 水平层级的高考生物学试题中注重知识的整合和多种科学思维能力的综合运用的特点,在日常教学中需重视生物学概念体系的构建。新课教学在课堂小结或章节总结时,复习课在板块内容总结时,教师可借助概念图策略及概念模型等帮助学生搭建生物学概念间的联系,将零散的生物学概念进行整合,促进学生归纳与概括能力的提升,进而培养学生的创造性思维等高阶科学思维能力。例如,新课阶段,教师可提供包含“体液免疫、浆细胞、抗原呈递细胞、B 细胞”等核心概念的概念图框架,在课堂师生互动中引导学生逐步完善概念间的逻辑关系,初步搭建“体液免疫”的概念知识网络,这一过程能够推动学生认知水平由多个孤立知识点(多点结构水平)向理解概念间内在关联(关联结构水平)过渡。

(二) 加强科学思维能力的培养

通过关联结构水平试题和扩展抽象水平试题的回答结构可见,正确解题的关键是在快速提取题干文本和图表信息等材料中的关键信息的基础上,将其与已有的相关知识进行整合,并进行一系列思维操作后才能完成回答。基于该命题趋势,在日常教学中,教师可以通过呈现资料以问题驱动课堂进行或采取论证式教学等方式在日常教学中逐步提升学生的信息提取和信息处理能力,并逐步向模型与建模和批判性思维等高阶思维进阶。例如,教师可整合多元化资料,如提供光合作用过程的文本叙述、光照强度影响光合速率的变化曲线图,以及不同 CO_2 浓度下光合速率的实验数据表,引导学生进行信息整合与逻辑推理,设计层次化问题,如“综合分析上述资料,总结光照强度和 CO_2 浓度如何共同影响光合速率?若短时间内中断 CO_2 供应, C_3 和 C_5 含量将发生怎样的变化?”这类问题要求学生提取、整合、加工和表述信息,能够逐步推动学生由罗列相关信息(多点结构水平)向整合加工信息(关联结构水平)进阶。

(三) 开发相关作业资源

作业是学生科学思维能力提升的重要途径,通过不同 SOLO 水平层级试题回答结构可见,单点结构水平试题主要考查单个已有知识的简单回顾和应用;多点结构水平试题需对多个已有知识进行初步分析,主要涉及归纳概括和演绎与推理等低阶科学思维能力;关联结构水平试题和扩展抽象结构水平试题均需对多个已有知识或题干信息进行综合分析,而扩展抽象结构水平试题还注重知识迁移和批判性思维和创新性思维等高阶科学思维能力的运用。在作业设计中,教师可基于学生最近发展区的特点,根据其不同的思维能力水平,合理匹配不同 SOLO 水平层级的作业资源。同时,利用试题的分析模型对试题、对作业所考查的科学思维能力进行“升维”或“降维”处理,助力学生思维的逐步提升,促进学生逐步过渡到新的最近发展区。

6. 研究局限性

本研究基于 SOLO 分类理论,结合高中生物学试题特点,构建了试题分析模型,并以 2025 年湖北省高考生物学试题为样本展开试题分析。然而,本研究仍存在一些不足:第一,构建试题分析模型过程中,虽参考了已有相关文献及研究,但在试题分析的具体水平划分方面,仍可能存在一定主观性;第二,样本选择时,以湖北省高考试题为例具有一定代表性,但样本量单一,覆盖范围有限,导致数据不够完整;第三,本研究主要从知识和科学思维能力两个维度对试题进行分析,未能充分涵盖试题情境等维度。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中生物课程标准[S]. 北京: 人民教育出版社, 2017: 61-62.
- [2] 中国高考报告学术委员会. 高考试题分析(生物学)[M]. 北京: 现代教育出版社, 2025: 6-7.

- [3] 比格斯, 科利斯. 学习质量评价: SOLO 分类理论(可观察的学习成果结构) [M]. 高凌飏, 张洪岩, 译. 北京: 人民教育出版社, 2010: 1-17.
- [4] 闫白洋. 利用 SOLO 分类理论进行生物学科学思维的表现性评价[J]. 生物学教学, 2018, 43(4): 16-18.
- [5] 郑艺芳, 陈敏. 基于 SOLO 分类理论的生物学科学思维水平评价体系构建[J]. 生物学教学, 2020, 45(9): 22-24.