

基于SOLO分类理论的小学数学单元作业设计思路

——以“圆柱与圆锥”单元为例

李荣美

云南师范大学教育学部，云南 昆明

收稿日期：2023年11月14日；录用日期：2023年12月13日；发布日期：2023年12月20日

摘要

我国基础教育改革中，作业设计一直备受关注。作业质量是影响教育质量的关键因素，作业数量过多、难度较大、设计不合理等都会增加学生的课业负担，以单元为基本单位开展作业设计，是提高作业设计质量的一条有效路径。SOLO分类理论能够有效检测学生所处的思维层级，利用该理论进行单元作业设计可检测出学生五种水平的思维能力。基于此，本文以小学数学《圆柱与圆锥》单元为例，对其课前、课堂、课后作业进行尝试性设计，并据此给出教学启示与思考。

关键词

SOLO分类理论，小学数学，单元作业设计，思维能力

The Idea of Homework Design for Elementary School Mathematics Unit Based on SOLO Classification Theory

—Taking “Cylinder and Cone” Unit as an Example

Rongmei Li

Faculty of Education, Yunnan Normal University, Kunming Yunnan

Received: Nov. 14th, 2023; accepted: Dec. 13th, 2023; published: Dec. 20th, 2023

Abstract

In our country's basic education reform, homework design has been paid much attention. The

quality of homework is the key factor that affects the quality of education. The quantity of homework is too much, the difficulty is too big, and the design is not reasonable, and so on, will increase students' burden of homework, it is an effective way to improve the quality of homework design to carry out homework design with units as basic units. SOLO classification theory can effectively detect students' thinking levels, and it can detect students' five levels of thinking ability when designing unit assignments. Based on this, this article takes the primary school mathematics "Cylinder and Cone" unit as an example, carries on the tentative design to its pre-class, in-class, after-class homework, and according to this gives the teaching enlightenment and the ponder.

Keywords

SOLO Classification Theory, Elementary School Mathematics, Unit Assignment Design, Thinking Ability

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. 引言

早在 1955 年教育部就开始关注学生课业负担问题，如今已成为教育学界研究的热点话题。单元作业设计就是给学生减轻课业负担、促进学生高质量发展的体现，其要求教师以单元整体的视角出发，从单元教学目标、教学内容、教学评价、作业设计及教学资源等方面进行系统思考[1]。基于 SOLO 分类理论能够较为精准地勘测出学生的思维能力，更全面有效地检测学生学习成效，本文提出以此理论视角进行小学数学单元作业设计。一方面有助于教师精准分析学生所处的思维等级，从而及时对自身教学决策做出调整；一方面可以有效引导学生学习思维的转化，进而提升学生学习效率。

2. 基于 SOLO 分类理论探讨小学单元作业设计的必要性

2.1. SOLO 分类理论概述

SOLO 分类理论发展于皮亚杰的认知发展阶段理论基础之上，由澳大利亚教育心理学家约翰·彼格斯和凯文·科利斯所创建，是一种以等级描述为特征的质性评价理论。他们认为一个人的总体认知结构是一个纯理论性的概念，是不可检测的，而一个人回答某个问题时所表现出来的思维结构却是可以检测的，彼格斯称其为“可观察的学习成果”[2]。换句话说，SOLO 分类理论，就是对学习者学习结果的分类描述，是一种将学习者思维阶段与层次进行划分与描述的评价方式。具体来说，该理论将学生的思维水平分为两个阶段、五个层次，分别是处于初级阶段的前结构水平、单点结构水平、多点结构水平和处于高级阶段的关联结构水平、抽象拓展结构水平。对于小学数学单元作业设计而言，借助 SOLO 分类理论进行作业设计，有助于教师从学生的回答中判断学生所处的数学思维阶段与层次，从而检测出学生在数学学习中的学习成效，为教师开展后续教学和有效指导学生提供参考。

2.2. 小学数学单元作业设计内涵

作业，简单来说，就是一种为提高学生学习效率的实践型、任务型活动。旨在完成某个学习任务，是学生对课堂知识技能的复习、巩固和运用的一种必要且有效的途径[3]。本文中的作业具体指教师有目的、有计划地布置用来给学生复习、巩固、运用课堂知识技能的学习任务。单元，应作为作业设计的基

本单位。目前，教师对单元的划分主要有两种方式，一种就以教材原先设计的章节作为一个单元；另一种则以某个专题、某个关键能力、或是某个真实问题，还可以是某个项目式任务作为一个单元，后者难度较大，需要教师具备较大的统整能力，对教师综合能力要求较高。结合已有的单元划分方式，本文中的单元作业即指教师结合学科特点，有目的、有计划、有组织地以单元为基本单位，将单元目标、教学、评价、作业、资源统整起来考虑设计的整个单元的作业。因此，小学数学单元作业设计，即教师从小学数学学科特点出发，有目的、有计划、有组织地以数学的某个专题、某个关键能力或是某个关键问题为基本单元，将此单元目标、教学、评价、作业、资源统整起来考虑设计的单元作业。

2.3. SOLO 分类理论与小学数学单元作业设计的关联

首先，从 SOLO 分类理论五层级划分上来说，其可以直观呈现出学生对数学知识的掌握水平及数学思维能力的高低层次，便于教师对学生的数学学习效果做出判断。进一步说，基于 SOLO 分类理论，教师可以科学有效地对数学习题进行层次化的课堂讲解与课后作业布置，通过学生对作业的完成情况进行自身的教学诊断，同时可以对学生的“学”给出有效的学习反馈。

其次，就数学学科本身的特殊性来说，该学科具备较强的逻辑推理性、较高的抽象程度，而小学阶段的学生正处于认知能力较低、数学思维较浅的时期，对大多数学生而言，往往只能机械式地模仿数学习题的解答，很难真正摸清问题解答的逻辑与思路。对于很多类似解答思路的题目，只要稍微换个问题的情境发问，学生会觉得陌生且难以解答。这就需要教师在教学中设计体现不同思维等级的单元作业及其它有效的干预措施来加深学生对所学知识的理解与运用，从而满足处于不同思维层次学生的发展需求。

最后，在当下全面落实学生核心素养时代，作业的设计不应仅仅聚焦在设计测量学生不同能力水平的问题上，还应设计能够确定学生思维能力培养层次上的问题。因此，SOLO 分类理论与小学数学单元作业设计具有较强的适配性，其五种结构水平分别代表了学生对某项具体知识的掌握水平，从学生对问题的回答中，教师可以对照五种结构水平对学生所处的思维层级做出判断[4]。

3. SOLO 分类理论视角下小学数学单元作业设计思路

以部编版小学六年级下册“圆柱与圆锥”的单元作业设计为例进行阐述。

在进行“圆柱与圆锥”单元的学生学习评价设计时，首先需明确本单元教学目标：1) 学生能够说出单元各课题知识内容，描述对面的旋转、圆柱体的表面积、圆柱圆锥体积的认识，初步概括各知识之间的联系；2) 学生能够运用本单元学习方法：操作、推理、实验等；3) 学生能够主动参与与认识圆柱与圆锥的学习活动，学会与他人合作、交流；4) 学生能够初步叙述极限、数形结合等在数学知识中的运用。其次，需要考虑不同单元所具备的特殊性及主要目标，由于本单元立体概念较强，作业设计要引导学生空间想象，此阶段小学生的思维正在由形象思维向抽象思维转变，即正在向 SOLO 分类法中的拓展抽象结构水平转变，立体图形的学习有利于发展学生的空间观念，使学生的拓展抽象结构水平得以提升。因此，在单元作业设计时，应让学生充分利用学具，让学生观察、动手、动脑，丰富其想象，训练形象思维。本文基于 SOLO 分类理论，对“圆柱与圆锥”单元的课前作业、课堂作业及课后作业进行设计。

3.1. 课前作业设计：调动学生学习热情，提高课堂学习效率

课前作业是“教 - 学 - 评”一体化的重要载体，是学生自主学习的直接体现形式，也是培养学生良好学习习惯和自主学习能力的有效手段。课前作业的设计应以情境性、一致性、层次性、多样性为原则，充分调动学生学习热情，增加学生课前学习效果，从而提高课堂学习效率。具体而言，课前作业应是教

师基于教材与课标、学生学情、学习内容和学习目标，设计多样、恰当、具体的问题或任务，引导学生在课前进行自主学习，力求理解、掌握和应用本节新课所需掌握的知识、技能与解决问题的思想、方法与经验[5]。

在“圆柱与圆锥”单元中，教师可设计如下课程作业：请同学分别找出你认为的身边是圆柱和圆锥的物品，区分出哪些是圆柱？哪些是圆锥？并说出你是如何区分的？圆柱和圆锥之间有什么不同？它们与其它物品之间又有什么不同？最后，你认为什么是圆柱？什么是圆锥？在此阶段，学生不同回答对应的思维能力水平如表1。

Table 1. “Cylinder and Cone” pre-class homework design: The corresponding level of thinking ability by students’ answers
表 1. “圆柱与圆锥”课前作业设计：学生不同回答对应的思维能力水平

学生表现	学生思维能力水平
学生可以找出生活中一个圆柱和圆锥的物品。	单一结构水平
学生可以找出生活中两个或两个以上圆柱和圆锥的物品。	多元结构水平
学生可以找出生活中两个或两个以上圆柱和圆锥的物品，并能区分哪些是圆柱，哪些是圆锥，学生能说出自己是如何区分圆柱与圆锥、说出它们与其它物品之间的区别。	关联结构水平
学生能够通过以上的学习活动用语言概括出什么是圆柱，什么是圆锥。	拓展抽象结构水平

3.2. 课堂作业设计：促进学生知识技能掌握，增强学生学习情感

与课前作业、课后作业相比，课堂上的作业需要教师更精细化的设计，课堂作业将作业实施的空间进行了限制，且需要学生快速且高效输出，以便达到更加良好的课堂学习效果，这就需要教师对每一个问题的精准考虑与设计。课堂作业设计，即教师根据课程标准、学习目标、学生自身情况等，对课堂教学内容进行深入解读，精心挑选和编制课堂作业习题[6]。课堂作业旨在促进学生对课堂知识技能的复习、巩固和运用，促进学生能力的发展，促进学生情感的提升。

在“圆柱与圆锥”单元中，教师可设计如下课堂作业：请同学们以小组合作的方式讨论对面的旋转、圆柱体的表面积、圆柱圆锥体积的认识，并初步概括各知识之间的联系。在此阶段，学生不同回答对应的思维能力水平如表2。

Table 2. “Cylinder and Cone” in-class homework design: The corresponding level of thinking ability by students’ answers
表 2. “圆柱与圆锥”课堂作业设计：学生不同回答对应的思维能力水平

学生表现	学生思维能力水平
学生可以对面的旋转、圆柱体的表面积、圆柱圆锥体积的其中一个进行语言描述。	单一结构水平
学生可以对面的旋转、圆柱体的表面积、圆柱圆锥体积的其中两个或两个以上进行语言描述。	多元结构水平
学生可以对面的旋转、圆柱体的表面积、圆柱圆锥体积的认识进行语言描述，并概括它们之间的关系。	关联结构水平
学生可以对面的旋转、圆柱体的表面积、圆柱圆锥体积的认识进行语言描述，并概括它们之间的关系，在小组讨论过程中积极与他人合作、交流。	拓展抽象结构水平

3.3. 课后作业设计：诊断学生学习效果，加强学生课堂所学

课后作业设计的价值主要体现在两方面，一是通过该形式让教师及时了解学生的学习困难，检测学生对知识的掌握程度，并及时给出引导与调整；二是学生可以借助课后作业对课堂知识进行巩固与练习，进一步加强课堂所学。同样，课后作业设计应在贴合课程标准要求、符合学生身心发展规律的基础上进

行。良好的课后作业设计不仅可以提升学生学习质量，还可以增强教师自身专业能力，从而提升学校教学质量。

在“圆柱与圆锥”单元中，教师可设计如下课后作业：请同学们回家之后用卡纸制作一个圆柱和圆锥。并思考一下我们为什么要学习求圆柱和圆锥的表面积、体积？学会之后可以运用于生活中哪些地方？此题主要考察学生操作及数形结合的能力、将知识运用于实际生活的能力，主要可测出学生的关联结构水平和拓展抽象结构水平。

基于 SOLO 分类法设计单元作业的关键在于答案的开放性，一道题是否开放，主要看评价者如何去评价，因此 SOLO 分类法所做的工作，就是改变教师的评价方法[4]。SOLO 分类法既可以对开放性题目进行评价，也可以对常规性题目进行评价，通过评价给师生提供反馈信息。基于 SOLO 分类理论，本文在表 3 中将“圆柱与圆锥”单元的教学目标、学生能力层级与 SOLO 分类理论对学习成果的五个结构划分进行了一个初步对应，为教师单元作业设计提供参考。

Table 3. Analysis of teaching evaluation of “Cylinder and Cone” unit based on SOLO classification theory
表 3. 基于 SOLO 分类理论的“圆柱与圆锥”单元教学评价分析

教学目标	学生能力层级	SOLO 分类评价理论对学习结果的五个层次划分				
		前结构水平	单一结构水平	多元结构水平	关联结构水平	拓展抽象结构水平
学生能够说出单元各课题知识内容，描述对面的旋转、圆柱体的表面积、圆柱圆锥体积的认识，初步概括各知识之间的联系。	学生对问题基本上没有理解，回答问题逻辑混乱或同义重复，几乎不能描述任意一个知识点。		✓			
	学生能够描述面的旋转或其它的一个知识点。			✓		
	学生能够描述两个或两个以上知识点。				✓	
	学生能够描述多个知识点，并注意到这些知识点之间的联系。					✓
学生能够运用本单元学习方法：操作、推理、实验等。	学生能够操作、推理、实验。				✓	
学生能够主动参与与认识圆柱与圆锥的学习活动，学会与他人合作、交流。学生能够初步叙述极限、数形结合等在数学知识中的运用。	学生对问题不仅有了整体把握，而且还能对问题进行抽象概括。					✓

4. 教学启示与思考

从教师层面上来说，基于 SOLO 分类理论进行小学数学单元作业设计时，需注意以下几点：首先，明确课程目标和学习成果，使用 SOLO 分类理论可以描述学生应该达到的不同认知水平，从前结构的知识到多结构的理解，这有助于学生和教师明确目标。其次，教师需逐步构建，根据 SOLO 分类理论，学生需要逐渐从低级认知水平迈向更高级的水平，教师在设计作业时，确保从简单的任务开始，逐渐引入更复杂的要求，这有助于学生逐步建立深层理解。再次，教师需进行不同层面的指导，SOLO 分类理论

鼓励教师运用不同的教学方法，根据学生的当前水平提供不同程度的支持，部分学生可能需要更多的指导，而其他学生可能能够独立完成更高级别的任务。换句话说，教师使用 SOLO 分类理论，可以更有效地提供反馈和评估学生的工作，在评估学生的作业时，确保考虑他们的认知水平，以提供有针对性的建议和鼓励。

从学生层面上说，SOLO 分类理论强调深层理解，因此教师设计出启发式问题和任务，可以激发学生的思考和探索，这有助于培养学生的创造力和批判性思维能力。同时，SOLO 分类理论还可以鼓励自主学习，通过鼓励学生探索和发现知识，他们可以逐渐建立更高层次的认知能力。从学生思维动态性上来说，学生是一个具有独立意识的个体，其思维状态随时都在发生变化，这就需要教师对学生进行实时的学情把握与追踪，在恰当的时机给予相应的学习建议和指导，有效帮助学生实现思维上的进阶与能力上的提升。通过教师渐进性的作业设计，学生可以逐步提高对知识的理解，逐步从前结构层次向关联结构层次迈进，教师的及时反馈与指导也可以确保学生达到所期望的 SOLO 层次。

总之，SOLO 分类理论是一个有力的工具，用于指导教学和评估，但它需要与其他教育原则和方法相结合，以确保全面的学习体验。教育教学是复杂的，需要综合考虑多种因素，包括学生的需求、教材和课程目标。因此，在设计小学数学单元作业时，要综合考虑 SOLO 分类理论以及其他适用的教育理论和实践。

参考文献

- [1] 王月芬. 单元作业设计：价值、特征与基本要求[J]. 上海教育, 2019(13): 33-35.
- [2] 约翰·彼格斯(John B. Biggs), 凯文·科利斯(Kevin F. Collis). 学习质量评价——SOLO 分类理论可观察的学习成果结构[M]. 高凌飚, 张洪岩, 译. 北京: 人民教育出版社, 2010.
- [3] 姚利民. 有效教学论[M]. 长沙: 湖南大学出版社, 2005.
- [4] 王传兵. SOLO 分类评价理论及其在高中数学教学中的应用[J]. 中学数学教学, 2007(4): 9-12.
- [5] 唐娜.“双新”背景下高中英语阅读课前置作业的设计与实践研究[J]. 校园英语, 2023(27): 118-120.
- [6] 袁鑫. 小学语文中段单元整体作业设计案例研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2022.