

摘要

随着时代的发展和科技的进步，现代社会对于人才的素质要求不再是单一的强调对专业理论知识的掌握，而是要求在掌握理论知识基础之上培养人才的实践能力，使得未来人才能够将理论知识迁移应用到实践中解决实际问题。近年来，世界各国教育尤其重视建模教学对于培养学生的实践能力和核心素养的积极作用，基于模型和建模的教学被广泛应用于科学教育领域，我国 2017 年颁布的《2017 年版普通高中化学课程标准》中明确提出了教学需要培养学生的“证据推理与模型认知”的化学学科核心素养。但在实际的化学教学中，有关建模教学的实践研究还需进一步深入，本论文以 SOLO (Structure of the Observed Learning Outcome) 分类理论作为建模教学评价的工具，可以将学生构建模型时的思维水平直观化，这无疑对建模教学质量的提高有着重要的意义。因而，在化学建模教学中结合 SOLO 分类评价理论将学生的建模思维水平直观化、层次化，对有效培养学生的化学学科核心素养有一定的参考价值。

本论文采用文献研究法、访谈法、问卷调查法以及实践研究法。首先通过文献研究法对建模教学和 SOLO 分类评价理论的国内外研究现状进行调查分析，整理分析相关概念和理论依据。其次是采用访谈法了解目前的化学建模教学现状、教师对于化学建模教学的理解程度、化学建模教学的价值和意义以及常用的教学评价方式等。通过对学生进行问卷调查了解学生对化学学习的兴趣、化学学习的方式、模型的了解以及对建模教学的期待。接着就在调查结果分析的基础上，结合目前主流的研究观点，设计了基于 SOLO 分类评价理论的化学建模教学模式，进行了“电化学”模块的化学建模教学设计，随后按照教学设计选择实验对象进行教学实践。通过 SPSS 软件分析前后测化学成绩以及课后的 SOLO 分类思维水平测试题，得出实践研究结果。最后总结研究成果和结论，对未来的化学建模教学提出展望。

研究结果显示，基于 SOLO 分类理论的化学建模教学实践研究，能够帮助学生和教师明确模型构建过程中学生的思维水平层次，比较直观的展示了学生进行模型构建时的思维发展阶段和水平。化学建模教学能够促进学生对于知识的理解和结构化，也可以促进对学生模型认知素养的培养，对学生的化学学习兴趣和化学成绩都有一定的促进作用。

关键词：模型；建模教学；SOLO 分类理论；电化学

目 录

摘 要	I
Abstract	II
第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 时代发展对教育的要求	1
1.1.2 化学学科核心素养的要求	1
1.1.3 化学课程改革的要求	2
1.1.4 国内外研究综述	2
1.2 研究的目的与意义	6
1.2.1 研究的目的	6
1.2.2 研究的理论意义	6
1.2.3 研究的实践意义	7
1.3 研究方法	8
1.3.1 文献研究法	8
1.3.2 问卷调查法	8
1.3.3 行动研究法	8
1.4 研究内容及思路	8
1.5 研究的创新之处	9
第 2 章 相关概念界定和理论基础	10
2.1 SOLO 分类理论	10
2.1.1 概念论述	10
2.1.2 研究启示	11
2.2 模型及其分类	11
2.2.1 模型的概念	11
2.2.2 模型的分类	12
2.2.3 建模教学	12

2.3 建构主义学习理论	13
2.3.1 理论概述	13
2.3.2 研究启示	14
2.4 学习进阶理论	14
2.4.1 理论概述	14
2.4.2 研究启示	15
2.5 三重表征理论	15
2.5.1 理论概述	15
第 3 章 高中化学建模教学现状的调查与分析	16
3.1 调查目的	16
3.2 调查的对象与方式	16
3.3 学生调查问卷设计与实施	16
3.3.1 问卷编制	16
3.3.2 问卷信度与效度	16
3.3.3 问卷调查结果与分析	17
3.4 教师访谈	20
3.4.1 访谈问卷设计	20
3.4.2 访谈数据分析	21
第 4 章 基于 SOLO 分类理论的化学建模教学模式	27
4.1 基于 SOLO 分类理论的高中化学建模教学的流程及要素	27
4.1.1 基于 SOLO 分类理论的高中化学建模教学的流程	27
4.1.2 要素	28
4.2 基于 SOLO 分类的高中化学建模教学的教学体系	29
4.2 高中电化学建模教学的教学策略	30
第 5 章 基于 SOLO 分类理论的高中化学建模教学实践	31
5.1 《原电池》教学实践	31
5.1.1 教材内容分析	31

5.1.2 学情分析	31
5.1.3 原电池认知模型	32
5.1.4 教学目标	33
5.1.5 基于 SOLO 分类的《原电池》建模教学	34
5.2 《电解池》教学实践	38
5.2.1 教材内容分析	38
5.2.2 学情分析	39
5.2.3 电解池认知模型	39
5.2.4 教学目标	40
5.2.5 基于 SOLO 分类理论《电解池》建模教学	40
5.3 作业检测与教学反思	43
5.3.1 作业与检测	43
5.3.2 教学反思	43
5.4 实践效果分析	43
5.4.1 实验研究对象	43
5.4.2 研究对象成绩前测	43
5.4.2 研究对象成绩后测	44
5.4.3 实践结果总结	46
第 6 章 研究结论和展望	47
6.1 研究结果	47
6.2 研究建议	48
6.3 研究的不足	48
6.4 研究展望	49
参考文献	50
附录 A 学生调查问卷	53
附录 B 教师访谈问卷	55
附录 C 电化学模块测试题	56

Abstract

With the development of the times and the progress of technology, modern society no longer solely emphasizes the mastery of professional theoretical knowledge for the quality of talents, but requires the cultivation of practical abilities based on the mastery of theoretical knowledge, so that future talents can apply theoretical knowledge to practice and solve practical problems. In recent years, education in various countries around the world has attached great importance to the positive role of modeling teaching in cultivating students' practical abilities and core competencies. Based on models and modeling, teaching has been widely applied in the field of science education. The "2017 Edition of General High School Chemistry Curriculum Standards" issued by China in 2017 clearly stated that teaching needs to cultivate students' core competencies in the chemistry discipline of "evidence reasoning and model cognition". However, in actual chemistry teaching, further research is needed on the practical aspects of modeling teaching. This paper uses SOLO (Structure of the Observed Learning Outcome) classification theory as a tool for evaluating modeling teaching, which can visualize students' thinking level when constructing models. This undoubtedly has important significance for improving the quality of modeling teaching. Therefore, combining SOLO classification and evaluation theory in chemical modeling teaching to make students' modeling thinking level intuitive and hierarchical has certain reference value for effectively cultivating students' core literacy in the field of chemistry.

This paper adopts literature research method, interview method, questionnaire survey method, and practical research method. Firstly, a literature review was conducted to investigate and analyze the current research status of modeling teaching and SOLO classification evaluation theory both domestically and internationally, and to organize and analyze relevant concepts and theoretical basis. Secondly, the interview method is used to understand the current status of chemical modeling teaching, teachers' understanding of chemical modeling teaching, the value and significance of chemical modeling teaching, and commonly used teaching evaluation methods. By conducting a questionnaire survey on students, we aim to understand their interest in chemistry learning, the methods of chemistry learning, their understanding of models, and their expectations for modeling teaching. Subsequently, based on the analysis of survey results and current mainstream research perspectives, a chemical modeling teaching model based on SOLO classification evaluation theory was designed. The "Electrochemical" module of chemical modeling teaching was designed, and experimental subjects were selected according

to the teaching design for teaching practice. Through SPSS software analysis of pre and post test chemistry scores and post class SOLO classification thinking level test questions, practical research results are obtained. Finally, summarize the research results and conclusions, and propose prospects for future chemical modeling teaching.

The research results show that the practical research on chemical modeling teaching based on SOLO classification theory can help students and teachers clarify the level of students' thinking level during the model construction process, and more intuitively display the stages and levels of students' thinking development during model construction. Chemical modeling teaching can promote students' understanding and structuring of knowledge, as well as the cultivation of students' cognitive literacy in modeling. It has a certain promoting effect on students' interest in chemistry learning and chemistry grades.

Keywords: Model; Modeling Teaching; SOLO classification theory; Electrochemistry

第1章 绪论

1.1 研究背景

1.1.1 时代发展对教育的要求

随着信息经济时代和新科技革命的到来，时代发展对于教育应该如何培养人才这一问题提出了重新思考。实际上，在时代发展变迁的背景下，我国基础教育依托国情发展趋势进行了一系列的教育和课程改革并且取得了卓越的成果。

“十四五”时期我国的发展迈上了一个全新的阶段，为了冲破全球疫情所带来经济发展桎梏^[1]，国家所提出的规划性文件中常出现“关键核心技术”、“创新链”等关键词语，实际上也是国家发展对当代基础教育所提出的要求^[2]。到2035年，今天的中学生、大学生那时已然成为了科技强国的支柱力量，所以在基础化学教育中要求提升学生的创新水平和培养学生的创新能力^[3]。

而建模教学、SOLO 分类理论等理念应用在化学教学中，通过建模教学使学生获得知识获取、迁移、及应用的本领，再通过 SOLO 分类理论对学生的建模学习进行评价并提出学习过程中的改正意见，由此构成良性循环，提升和培养学生的创新水平以及创新能力。

1.1.2 化学学科核心素养的要求

化学学科核心素养实际上就是化学学科所体现的育人价值，它包括宏观辨识与微观探析、变化观念和平衡思想、证据推理与模型认知、科学态度与创新意识以及科学态度与社会责任^[3]。其中“证据推理与模型认知”可以理解为化学学科的一种具体的思维方法。证据推理是指过证据由一个命题到另一命题，而模型认知则要求学生具有对事物或现象有抽象概括的能力，从而能构建模型去分析、预测和推理。简单来说，模型认知实质就是学生利用模型思维的过程^[4]。

而要真正培养学生的“证据推理与模型认知”核心素养，是需要教师在教学过程中培养学生收集证据、分析证据、构建证据之间的关联，以此形成模型，再通过分析模型来预测事物或现象发生的趋势。因此在这个过程中，首先要求教师要形成模型教学的理念，还要能对学生建模学习过程利用 SOLO 评价理论实施评价，直至学生逐步掌握模型学习化学知识的思维方式。

1.1.3 化学课程改革的要求

随着我国化学教育体系的建立，就一直在进行持续不断对化学课程进行改革，一方面是为了适应国情的需要，另一方面也是教育不断在为学生的提供更好的体系。自新中国成立以来，知识到能力再到素养是自然学科教学目标的演变过程，即从早期的传授知识到 20 世纪 80 年代注重学生能力的培养，再到 21 世纪要求教育应关注学生学科核心素养的提升，可以说这些目标的要求促成了化学课程改革^[5]。就目前而言，基础化学教育的作用就是强调学生的化学学科核心素养的培养。模型教学相关理念和化学核心素养中“证据推理与模型认知”联系紧密，模型教学或许可以成为培养学生“证据推理与模型认知”核心素养的一种行之有效的教学方法^[6]。

1.1.4 国内外研究综述

(1) 国外研究综述

相较国内而言，建模教学在国外发展较早。早在 20 世纪 80 年代，美国大学教授海斯特斯（Hestenes）就提出了建模教学理论并将该理论首次运用到物理学牛顿定律的教学中，标志着建模教学理论正式形成^[7]。此后，研究建模教学理论及其应用实践的著作如雨后春笋，且由海斯特斯（Hestenes）组织的“建模教学项目”一直受到美国国家科学基金会（National Science Foundation, United States）的资助，至今已 30 多年。1996 年出版的美国《国家科学教育标准》中明确规定了 5-8 年级学生进行科学所必须的能力中就包括“利用适当的工具和技术收集、分析和解释数据，培养运用证据进行描述、解释、预测和构建模型的能力”；9-12 年级则更进一步要求“运用逻辑和证据来构造和修改科学解释和科学模型”^[8]。2013 年美国发布《新一代科学教育标准》中涉及 8 种实践活动，其中就包括“建立和使用模型”^[9]。德国 KMK（德国州文化部长常务会议：各州负责教育科研于文化事务的联合机构）也将模型教学纳入相关教育课程的文件中，不断强调模型教学的重要性并积极在各级教育中开展模型教学实践^[10]。

建模教学理论最早由海斯特斯应用于物理教学中，并且很早就在美国推广开来，在美国物理、数学、化学等自然学科中得到了广泛的应用。建模教学经过几十年的发展已经相当成熟，目前已有的基于科学建模理论的较普遍的建模教学模式主要有：（1）建模教学（Modeling instruction, 简称 IM）^[11]，主要代表人物为海斯特斯（Hestenes），这种模式主要是以模型的构建活动为框架，要求学生以课堂中教师授予的活动去分析模型中各构成要素即模型中各变量之间

的关系，并对各变量进行描述、分析和处理，此模式比较强调依据模型的概念对模型的外显表征。(2) 基于模型的探究(Model-based Inquiry, 简称 MBI)代表人物为尼尔逊等人，这类模式主要是围绕建构模型的过程进行的一种探究式教学，学生依托“建构、应用、评价和修正”的建模历程来完成教师所设计的课堂探究活动^[12]。比如，教师可在课前让学生建立对于知识的初级模型，随后通过对实验的观察或者一些其他的实践活动对初级模型进行数据的支持或反驳，获得新的发现进而对初级模型进行修正，修正后的模型再用来对其他实验或现象进行预测。(3) 基于模型的教学(Modeling-based Teaching, 简称 MBT)代表人物为巴克莱，与前两种模式不同的是巴克莱认为建模教学的过程实际上可以认为是教师和学生之间的互动，这种互动即是指教师和学生对于初代模型进行不断更新换代以求学生能利用已有的知识去解决真实问题和理解科学的本质^[13]。

国外将建模思想最早应用于物理和数学学科，尽管两者属于不同的学科，但是无论是物理建模教学还是数学建模教学其内涵都是一致的，即都是通过建模活动来发展学生解决实际问题的能力。比如，在数学建模教学中常以经济性的数学问题为出发点，学生将这些问题用数学符号和数学公式表示出来，分析数学问题的各关键变量及它们之间的关系，以此来构建数学模型，再用语言描述这种数学模型中所蕴涵的建模思想，并最终用来解决实际问题^[14]。而在物理建模教学中将模型应用实际则更为明显，比如在高中常见的受力分析模型、天体运动模型及电子运动模型等，通过模仿牛顿等物理学家对于构建系统模型时所采用的思维方法(理想化法、抽象法等)，去经历建立模型、评价模型、细化模型及应用模型等过程，促使学生理解科学知识的本质^[15]。

分析国外关于建模教学的研究发现，从最早开始的建模教学理论研究到理论和实践结合的研究，国外的学科建模教学体系已趋于成熟。在学科教学中融入模型教学思想已是国外科学教育发展的一个重要趋势，尤其在信息时代，这也是以美国、德国为首的西方国家培养高素质人才和在国际关键技术竞争中获利的重要方式。

(2) 国内研究综述

一是建模教学，相较于国外，国内对于建模教学的研究则起步较晚。在“中国知网”中，以“篇名=化学 or 模型”，“篇名=化学 or 建模教学”，“篇名=模型认知”分三次进行检索，检索文献类型设置为期刊论文和学位论文，时间为2005年1月1日—2021年9月30日，并且剔除与化学教育无关的文献，最终得到文献452篇，

从图 1-1 中可以看出，2017 年以后，关于“化学建模教学”的文献增加率大幅度上升，导致增幅较大的原因是 2017 年新颁布的课程标准中对于化学建模教学提出了明确的要求后，广大化学教育学者和一线化学教师对“化学建模教

学”这一主题的研究增加；另外根据图中的文献数量上涨趋势可以看出，我国对于化学建模教学的研究正处于快速发展阶段。

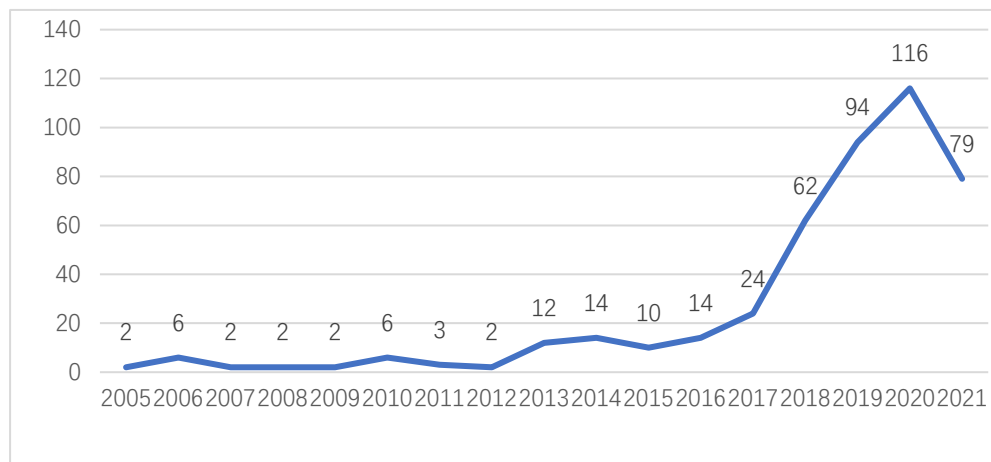


图 1-1 “中国知网”检索“化学建模教学”文献年度分布

Fig 1-1 Annual distribution of "chemical modeling teaching" literature searched by "CNKI"

经过对检索的文献研究分析发现，尽管从 2017 年后对于建模教学的研究很多，但是大部分都是从模型的功能出发，强调模型是连接理论和现象的桥梁，这就导致在建模教学过程中教师更乐于去关注模型在促进学生理解知识的结果性上，而极大的忽略学生在建模学习过程对于模型中各构成要素（知识）之间的相互关系的认识以及学生在建模学习过程中学生的认知过程^[16]。为了解决这一问题，以吉科宁（Kokkonen）为代表的学者提出可以借鉴认知科学中有关概念学习的一些最新研究成果，来刻画学生在建模学习背后隐藏的对模型的认识过程^[17]。他认为，模型其实就是一系列的关系类别，而关系类别可以理解为我们常说的变量，学生在建模过程中对于模型构建的成功与否就在于对这些变量及变量之间的关系的理解是否透彻。这就要求研究者要时刻关注学生对于组成模型各变量及其变量之间关系的理解，利用 SOLO 分类评价理论判断学生对于组成模型各变量或各变量之间的联系的理解程度，从而确定学生的建模思维水平。

二是 SOLO 分类理论在国内的发展应用。SOLO(Structure of the Observed Learning Outcome)分类理论是在皮亚杰的认知理论基础上演变而来，SOLO 分类理论从发展到传入我国大致经历了起源、引入我国、学者推广、应用实践总结、发展五个阶段。皮亚杰认为儿童的认知发展存在一定的阶段性，比如他按照年龄阶段将认知发展阶段分为感知运动阶段、前运算阶段、具体运算阶段和形式运算阶段^[18]。

在吸收认知发展阶段理论基础之上，比格斯等人根据学生的思维方式的独特性（抽象程度和过程性），认为学生的认知发展的功能方式可分为感觉运动阶

段、形象方式、具体符号方式、形式方式、后形式方式^[19]。这五种方式还会对应产生出五种不同的知识类型，分别是隐性知识、直觉知识、陈述性知识、理论知识、更抽象的理论知识。从知识点数量到认知结构将学生的回答结构分为水平依次上升的前结构、单点结构、多点结构、关联结构和抽象拓展结构 5 种 SOLO 水平层次，前一种层次是后一种层次的基础，后一种层次是前一种层次的提升和拓展。1982 年，比格斯和科利斯出版专著系统阐述了 SOLO 分类理论。而吴维宁^[20]在 1988 年发表论文评价 SOLO 分类理论，标志着 SOLO 分类理论引入我国。随后华南师范大学高凌飏^[21]持续研究和推广 SOLO 分类理论；黄爱民、麦裕华^{[22][22]}等又对国内中学化学应用 SOLO 分类理论的情况进行了总结；2010 年后，基础 SOLO 分类理论的教学实践研究蓬勃发展，如苑宝立^[23]利用 SOLO 分类理论评价吉林地区的中考试卷。

在中国知网和维普等数据网站以“SOLO 分类理论”为题名，文献类型为学位论文，检索时间为 2010 年 1 月 1 日-2021 年 9 月 30 日，检索得到学位论文 163 篇。

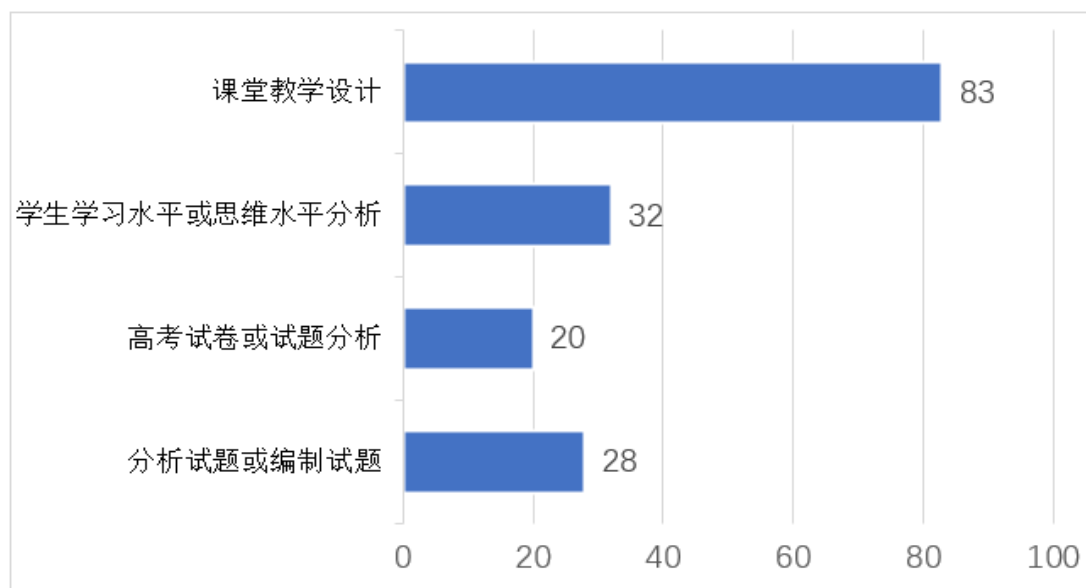


图 1-2 SOLO 分类理论相关文献研究主题分布

Fig 1-2 Distribution of research topics related to SOLO classification theory literature

从图 1-2 中可明显看到,“SOLO 分类理论”关于“课堂教学设计”和“学生学习水平和思维水平分析”的文献占了 70%左右。其中基于 SOLO 分类理论对学生学习水平或思维水平分析的论文的主题如下:关于深度学习的研究、关于学生科学思维和认知素养的研究和关于学生学习发展水平的研究。建模教学中学生自主构建模型的过程实质上是学生对于模型的自主认知过程,学生在这个认知过程中会展现出与其认知水平处于同一层次的思维水平、学习发展水平等,将 SOLO 分类理论作为一种评价工具,评价学生在建模学习过程中的认知发展水平从而提供给教师最真实的教学反馈。

1.2 研究的目的与意义

1.2.1 研究的目的

(1) 通过分析相关文献、概念、理论及本领域研究现状,对现行的人教版高中化学教材《化学反应原理》一书中的“电化学”章节进行基于 SOLO 分类评价理论下的建模教学实践探索,从而确定高中化学建模教学的基本原则、方式方法及评价体系。

(2) 利用 SOLO 分类评价理论梳理学生在化学建模教学中所呈现的思维活动情况与行为发展阶段,明确变化原因。

(3) 结合相关理论设计“电化学”模块建模教学的案例,开展教学活动,并且对教学实践结果进行评价与反思。

(4) 分析教学实践数据,总结实践过程与结果,提出利于高中化学建模教学发展的建议,并总结研究成果。

1.2.2 研究的理论意义

(1) 促进高中化学建模教学的评价体系的完善

随着新课程改革的深入,为了尊重学生的主体性,培养学生的化学学科核心素养已成为新课程标准的基本要求。在这一课程改进背景下,高中化学建模教学正处在大力发展阶段。《普通高中化学课程标准(2017年版 2020年修订)》在基本理念指出要重视开展“素养为本”的教学,倡导基于化学学科核心素养的评价。许多专家学者对于高中化学教育在模型和建模教学领域展开了大量研究,对高中化学建模现状、存在的问题等展开了多元化、多角度的研究与思考。实际上,本研究是以前人研究为基础,创新性的提出以 SOLO 分类评价理论作为学生在化学建模学习过程中思维、能力的评价工具,目的是能持续深入的推广高中化学建模教学并完善高中化学建模教学的评价体系^[24]。

(2) 提供 SOLO 分类评价理论应用于高中化学建模教学的实践经验

相较于传统“采点得分”这种侧重于量化考核的教育评价方式，SOLO 分类评价理论以皮亚杰的认知发展理论为基础，根据学生在回答问题时的具体表现确定学生在学习过程中对知识的认知理解，给予学生五种合理的分类评价层次，可以较好的判断和评价他们思维所处的发展阶段^[25]。而高中化学建模教学过程中，无论是学生理解实物模型还是思想模型，都需要学生对于模型进行一定的感知和理解，进从而能够对模型进行分析、比较、抽象、概括等活动，进而能在不同的情境下进行模型的迁移和应用。而 SOLO 分类评价理论可以很好的评价学生在建模教学过程中对于模型理解和认知的思维状态，将评价结果反馈给教师以便优化建模教学的方式。

(3) 为提升学生学科核心素养提供方法

基于 SOLO 分类评价理论的化学建模教学，化学教师能够多角度、多方位的对学生化学学习进行综合性评价，学生的学习认知过程和思维水平一览无余，更有利于教师采取针对性的措施激发学生的创造性思维，真正的将学科核心素养落到教学活动中培养学生的化学学科核心素养。

1.2.3 研究的实践意义

(1) 提供高中化学建模教学的评价方法

目前，高中化学教材中很多部分都要求进行建模教学，也有很多高中化学教师针对高中化学建模教学开展了理论研究和实践研究，但是就调查的整体教学情况看，在建模教学过程中往往没有一个完善的评价体系去评价学生的认知发展处于哪个阶段，有什么特点，导致建模教学流于形式，学生很难有实质性的发展，也很难提升学生的学科核心素养。对于教师而言，不了解学生的认知发展阶段和思维水平，很难去提高建模教学的质量，本研究为教师和学生提供了一点关于用 SOLO 分类评价理论应用于化学建模教学的理论参考，以期能为高中化学教师开展化学建模教学提供实践方法。

(2) 促进学生思维和化学建模能力的发展

素质教育要培养的是要拥有专业的学科知识、丰富的实践能力，能够在新环境、新情境下能够解决实际问题的人才。在建模教学中，教师通过指导学生进行构建模型的实践活动，可以有效的帮助学生将零散的化学知识进行融合，方便记忆。但是，学生理解这些知识之间的内在联系的能力、模型框架性的理解以及新环境下模型的应用的水平，却需要依赖评价体系给出客观评价及提供教学建议。而 SOLO 分类评价理论评价建模教学就是一种有效的方法。教师和学生可以通过 SOLO 分类评价理论清晰的了解学生在建模教学过程中学生对于模型的理解、构建和应用的水平，以此为依据不断改善，最终使学生提升学科

思维、探究能力，强化学习化学的兴趣。

1.3 研究方法

1.3.1 文献研究法

借助中国知网、万方等数据平台，检索 SOLO 分类评价理论、建模教学、化学建模、电化学教学实践研究等相关文献资料，了解目前基于 SOLO 分类评价的高中化学建模教学的现状及不足，确定相关的理论基础，明确研究方向、思路和方法。

1.3.2 问卷调查法

为了准确了解目前基于 SOLO 分类评价理论下的高中化学建模教学的现状及存在的不足，制定了相关的调查问卷，并对问卷样本进行分析，使用 SPSS 软件对于问卷结果进行数据分析并将其转化为相应图表，为研究提供最真实、直接的研究资料。

1.3.3 行动研究法

行动研究法是针对教育质性研究的众多方法之一。而教育行动研究法是指教师以实践的方式对教学中出现的问题进行有针对性系统研究，并且解决问题的一种方法。本研究通过相关的文献整理，确定基于 SOLO 分类评价理论的高中化学建模教学的研究思路和方法，然后设计相关的教学设计，结合教学设计进行教学行动实践研究，得出教学实践结果并进行分析，最后进行研究总结。

1.4 研究内容及思路

(1) 研究内容

1.根据研究背景提出问题，大概明确论文的研究方向，然后通过数据检索和文献分析厘清国内外研究现状，发现目前研究的不足，从而提出新的研究思路和研究方法。

2.结合前人的相关研究，进行基于 SOLO 分类评价理论的高中化学建模教学现状的调查，设计设计基于 SOLO 分类评价理论的高中化学建模教学现状的调查问卷，确定问卷内容、调查对象以及实施问卷调查，最后分析基于 SOLO 分类评价理论的高中化学建模教学现状水平及分析存在的不足。

3.对高中化学建模的要素进行分析，确定化学建模教学的一般模式，提出教学策略，总结“电化学”相关的思维模型和建模思路。

4.根据化学建模模式确定的基于 SOLO 分类评价理论的高中化学建模教学的教学实践设计案例，开展具体的教学实践活动，并通过对实验数据分析，对教学进行评价、分析及反思。

(2) 研究思路

本文的研究思路主要为前期的数据平台检索相关文献并分析，确定研究内容和方法；其次是开展关于高中化学建模教学的调查分析，了解高中化学建模教学的开展情况；紧接着是进行教学实践的准备阶段，包括研究对象、教学实践内容的选择等；然后是开展基于 SOLO 分类理论的高中化学建模教学实践研究；最后是总结研究结论和研究展望。

1.5 研究的创新之处

经过对文献的整理和分析，目前对于“高中化学模型教学”以及“SOLO 分类评价理论应用教学”的实践研究成果颇丰，而“高中化学建模教学实践”的研究成果较少，通过中国知网、维普等数据平台检索“基于 SOLO 评价理论的高中化学建模教学”的研究成果很少。因此，本研究以 SOLO 分类评价作为高中化学建模教学过程的评价工作，依据相关概念和理论开展高中化学建模教学实践，从实践的角度研究命题，获得研究结论。

第2章 相关概念界定和理论基础

2.1 SOLO 分类理论

2.1.1 概念论述

SOLO 分类理论起源于著名儿童心理学家皮亚杰的认知发展阶段理论。认知发展阶段理论是皮亚杰对儿童心理学进入深入研究后提出的，皮亚杰认为不同年龄阶段的儿童智力水平与其年龄成正相关，这种水平不仅仅是知识量，而且还表现在思维方式方面^[26]。比格斯的团队在皮亚杰的认知发展阶段理论基础上，经过具体的教学实践研究使得 SOLO 分类理论更加具有可操作性。他认为由于儿童的心理发展具体性、反复性等特性，无法对学生的整体认知水平进行准确评价，导致皮亚杰的认知发展阶段理论只是一个天才的假设。但是，他们认为可以检测学生在回答具体问题时所具有的思维结构所处的层次，以判断学生的思维发展水平。这种评价学生解决问题时思维结构层次的方法称为 SOLO 分类评价法^[27]。SOLO 是英文“Structure of the Observed Learning Outcome”首字母的缩写，意为“可观察的学习结果的结构”^[28]。学生在回答具体问题时所表现的思维结构水平分为五个层次，即前结构水平（Prestructural）、单点结构水平（Unistructural）、多点结构水平（Multistructural）、关联结构水平（Relational）、抽象拓展水平（Extended Abstract）^[29]，具体内容如表 2.1 所示。

表 2-1 SOLO 思维水平
Table 2-1 SOLO thinking level

思维水平	具体涵义
前结构水平	学生处于此层次往往根本不了解问题，更不知道如何解决问题，面对问题时手足无措，没有一致性或者是瞎说一气。
单点结构水平	学生处于此层次只是简单的了解问题，往往只是具有解决问题的一个模糊方向，简单的用直觉回答问题，没有逻辑，答案也没有一致性。
多点结构水平	相较于前两个层次，这个层次的学生往往对问题的理解更加深刻，他们不仅可以回答问题，还可以回答相似的问题，但是无法从整体的角度解决问题。
关联结构水平	学生能整合知识解决问题，但是一旦情境发生变化，他们难以实现迁移去解决新情境中的问题。
抽象拓展水平	学生能整合知识解决问题，并且能将整合的知识迁移至抽象层面解决新情境中的其他问题，往往还能提出另外的问题。

SOLO 分类理论是学生在回答具体问题时所表现的由简单到复杂的思维层次结构。这五个层次虽然对应着学生从低到高的思维水平，但是层次之间的思维之间并没有质的区别，也就是说一个阶段完成后并不会立即进入下一个发展阶段，两者之间往往有一个过渡区间^[30]。

2.1.2 研究启示

传统的评价主要通过学生的学习成绩对学生进行量的评价，对学生的思维水平和综合能力缺乏关注，而 SOLO 分类评价理论却可以通过学生回答问题的表现判断学生的思维水平和解决问题的能力。建模教学可以通过一些教学活动使学生形成自主的模型认知思维和模型构建能力，将 SOLO 分类评价理论应用于高中化学建模教学中，判断学生建模思维水平和建模能力的层次，从而更好的将定量和定性相结合，检验建模教学是否可以发展学生建模认知水平和建模能力，最后将反思性评价结果反馈到建模教学中，从而促进学生建模的综合素质的的发展。

2.2 模型及其分类

2.2.1 模型的概念

模型 (Model)，来源于拉丁文“modulus”，意为“尺度”、“样本”，模型现在作为一种被应用科学的重要工具^[31]。目前学术界对于模型最主要有以下三种观点：

第一种，模型被认为是反应它所代表的原型及其相关联因素的系统。模型是一种可以用来表示原型形貌、结构或者系统的良好表征体，并且对原型起着一定的解释说明，即模型是对原型的表征^[32]。

第二，模型是对思想、实物甚至过程的一种具体化的表现。思想模型实际上是人的思想的一种具体表现；实物模型则存在于现实中，用来表示实际存在的客观事物。这一观点实际上也说明模型可以处于理论与实践之中，发挥着类似中介作用来促进理论和实践的联系^[33]。

第三，在我国现行的科学类教科书中，给出的模型定义为：模型是研究者根据研究目的而构建的一种对研究对象简要的概括性的表征。研究者在建立模型的过程中，为了使复杂的事物简单化，抽象的事物形象化，在不影响原型本质特征情况下，对于一些细枝末节进行省略。

结合上述观点和已有研究，本研究将“模型”定义为：模型是对原型的一种表征，这种表征对原型复杂的本质、结构及表象进行了简化、概括、加工及阐述，因此能更好的反映原型的基本结构、规律、本质、思想形式或关联体系。

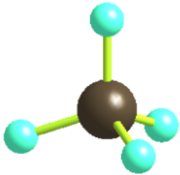
2.2.2 模型分类

在科学教育领域，模型主要有实物模型和思想模型两种^[34]。其中实物模型包括化学学科中的比例模型、分子结构模型等，这类模型通常是将实物由抽象

化变为具体化，激发学生的化学学习兴趣；思想模型则包括图表、思维导图等直观的方式来表现事物、现象及发展过程。

而化学教育中的模型主要有，思想模型、物质模型、符号模型、数学模型、规律模型等^[35]。思想模型主要是指依靠理论证据推导出化学模型对原型进行可感知的表征，如电子云、原子轨道、化合价、化学规律等；物质模型主要是以实物的形式展现物质的结构原型，如离子、原子、分子等的结构；符号模型则是指以特定的化学符号，如化学式、流程图等表示化学物质、现象及过程；数学模型则是指表征化学中数量关系的模型，如相对原子质量、摩尔质量等^[36]。详情如表 2-2 所示：

表 2-2 化学模型分类
Table 2-2 Classification of chemical models

高中化学模型分类	举例
思想模型	电子云、原子轨道
物质模型	
符号模型	化学物质的表达式、流程图
数学模型	摩尔质量

2.2.3 建模教学

在科学教育中，建模教学理论是美国物理学家大卫·海斯特斯（David Hestenes）首次提出，并被应用于物理教学中。模型第一次被应用于现代科学教育中并取得了良好的效果，因此得到了很多学者的重视。他认为建模教学可以辅助学生通过模型将关联知识进行构建，从而提高学生应用模型解决实际问题的能力^[37]。建模教学发展至今，目前学生的建模学习大概可以分为以下三个层次：（1）学习特定的模型；（2）学习相同模型或重新构建模型；（3）新情境下模型的迁移和应用。以吉科宁（Kokkonen）为代表的学者还创造性的提出概念学习的最新研究成果来描述学生在建模学习背后的认知过程，以此来弥补现有的建模教学和建模学习过程中对学生建模学习认知过程关注缺乏^[38]。

综上所述，笔者认为高中化学建模教学实际上是为了解决特定的化学问题，教师通过引导学生在认识原型的基础上，基于原型的部分或全部本质特征，将相关联的本质特征联系进行模型构建，从而使复杂的化学问题简单化。所以，建模教学实际上是一个产生模型的一个动态过程。教师在进行建模教学时，应当要启发学生理解模型及建模的定义，引导学生关注建模的关键过程，帮助学生在理解的基础上自主的构建模型到最后能够独立构建模型并且实现模型的迁

移解决新情境下的实际问题。

高中化学建模教学相较于其他教学方法有其自身的特点：

(1) 简化概括性

模型构建是根据化学学科核心知识以及知识之间的关系进行的，在这个过程中，学生需要理解知识以及知识之间的关系，然后进行框架的建设，因此学生更容易掌握学科知识之间的关系，简化了学生的学习思路。

(2) 客观真实性

模型是对客观事物的表征。在化学学科中，模型是对客观的物质的组成、转化及化学现象等的一种形象描述。尽管模型与原型之间并不是一比一的复制，但是无论是思想模型或实物模型，模型均反映了真实的客观事实。

(3) 可操作性

高中化学建模教学的主要目的是让学生更直观的认识化学学科核心知识，根据不同知识之间关系构建模型，还可以提高学生在模型构建过程中化学思维能力的发展，激发学生对于化学复杂知识的兴趣，进而培养学生的化学学科核心素养。

2.3 建构主义学习理论

2.3.1 理论概述

从哲学角度看，建构主义理论是一种重要的学习哲学。建构主义认为，主体对于知识的认识主要是通过从内部构建的认识原则去组织经验，从而发展知识^[39]。建构主义理论基础主要来源于杜威的经验学习理论、维果茨基的教育思想、皮亚杰的建构主义观点，建构主义学习理论主要是针对传统教学的被动性提出来的，知识观、学生活动观、学习观是建构主义的重要理论^[40]。知识观认为，知识不是对现实的真实反应，是可以被“革命”的，面对不同的具体情境，知识应该被再创造然后应用。学生活动观认为，教学并不是简单的由老师向学生传递知识，而是需要学生发挥主动性，在老师的引导帮助下主动构建。学生观认为，教师必须尊重学生的已有知识经验，使其在原有基础上得到发展。

综合来看，建构主义理论认为学生在教学中为主体，教师只需要引导学生将新的知识经验同原来的知识经验进行对比、联系，对其进行从内部构建的方式进行整合并最终同化^[41]。因此，建构主义学习理论和高中化学建模教学的观点或目的是一致的，即学生在认知过程中需要从内部建构知识，以达到理解和掌握知识的目的。

2.3.2 研究启示

根据建构主义理论和高中化学建模教学的原则，高中化学教师在组织建模教学活动中，应该要以学生为中心，新的认识需要建立在学生已有的知识经验之上。教师在高中化学建模教学中，应该首先充分了解学情，熟悉学生对相关知识的已有经验，在教学中有意识的引导学生分析新的知识经验之间的关联，利用知识之间的关联打好框架从而构建模型。同时，教师在教学过程中应该注重学习情境的创造，培养学生自主构建模型解决不同情境下的具体问题，提高学生对于知识以及模型的认知能力。另外，教师在建模教学活动中，也应该帮助学生认识自己从化学学科知识原型出发总结一定的规律，了解学生自己自主建模的思维过程，从而提高学生的思维发散能力^[42]。在化学建模教学活动中，学生的自主探究、教师的引导很好的体现了建构主义理论的学习观、教学观^[43]。

2.4 学习进阶理论

2.4.1 理论概述

学习进阶理论是指学生核心知识和相关技能、能力以及实践活动在一段时间内的进步和发展，表现为特定知识、技能和能力的隐性发展顺序^[44]。学习进阶理论认为，学生的对于核心或复杂知识的认识并不是一步达成的，而是需要在教师的帮助下依靠合适的教学策略促进学生对于知识的理解和发展。在这个过程中，学生已有的知识和经验被认为是这个过程的起点，而终点是较高水平的学校、社会对他的期望，学生由初阶水平的起点向高阶水平的重点转变，要经历多个很多个台阶，这些台阶就代表中间水平^[45]。有学者将学习进阶理论的模型表示如图 2-4 所示：

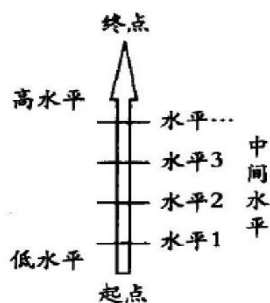


图 2-1 学习进阶的模型

Fig. 2-1 Learning advanced models

2.4.2 研究启示

学习进阶理论在高中化学建模教学中也起着重要的理论作用。化学建模并

不是单纯的通过思想或实践活动简单的构建模型，构建模型的过程实际上是学生对于化学知识之间进行联系，通过进行复杂的思维活动和行为活动使知识结构化、系统化，学习的过程展现出明显的层次性。建模教学过程中，往往需要经历认识模型-选取经验-构建模型-评价模型-应用模型-在评价和修正模型，这一系列的过程也具有阶段性。教师在引导学生进行构建模型时，结合学习进阶理论使学生由较低水平的起点逐步过渡到较高水平的终点，

2.5 三重表征理论

2.5.1 理论概述

三重表征理论是指从宏观、微观、符号三个角度以及它们之间的关联去对化学反应等化学知识进行完整的表征和认识^[46]。三重表征理论从宏观、微观、符号 3 种表征角度去认识和理解化学知识，3 者之间并不存在明显的隔离，而是可以有机结合和相互转化，是一种学习化学的重要思维方式^[47]。如图 2-5 所示。

在高中化学建模教学中，三重表征理论实际上指学生从宏观、微观、符号三种角度对于化学知识的认识，从而提高自己的化学思维水平与培养相应的化学学科核心素养^[48]。另外，三重表征的应用也能使学生更加清楚理解化学模型的表征功能，提高学生的建模能力。

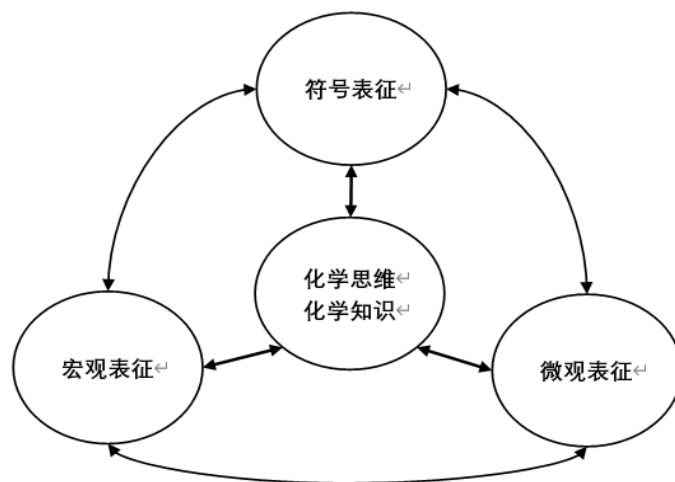


图 2-2 三重表征思维方式

Fig. 2-2 Multiple representation thinking mode

第3章 高中化学建模教学现状的调查与分析

3.1 调查目的

为了有效的开展基于 SOLO 分类评价理论的高中化学建模教学,就必须全面了解当前化学建模教学的发展现状。因此,本研究首先进行了基于 SOLO 分类评价理论的高中化学建模教学现状的调查,并通过分析数据得出结论,同时根据调查结果了解教师和学生对于建模教学的期望,作为精炼“基于 SOLO 分类理论的高中化学建模教学”的教学策略的依据,指导“基于 SOLO 分类理论的高中化学建模教学”的教学实践。

3.2 调查的对象与方式

本研究选择笔者所在实习学校的高中化学教师和高一年级学生作为本次调查对象。调查方式采用问卷调查,设计两套问卷:学生问卷和教师问卷。

3.3 学生调查问卷设计与实施

3.3.1 问卷编制

本调查问卷的设计参考陕西理工大学朱敏硕士^[49]、西南大学鲜璐媛^[50]硕士、湖南师范大学胡影梅^[51]硕士以及上海师范大学朱嘉怡^[52]硕士的学位论文的调查问卷,(调查问卷内容见附录 A),结合化学学科的特点,完成了问卷调查。该问卷主要从 6 个维度对高中化学建模教学现状展开调查,具体详情如表 3-1 所示:

表 3-1 学生问卷双向细目表

Table 3-1 Bidirectional breakdown table of student questionnaires

一级维度	二级维度	题号
学习化学的态度	学生对化学学科的喜爱程度和学习方式	1-4
对建模的认知	对建模的了解、认知程度	5-7
建模教学的开展情况	运用建模教学的频率、方式及种类等	8-11
模型的应用情况	学生使用模型的频率和种类	12-15
对建模教学的态度和期望	学生对建模教学的期望和态度	16-18

3.3.2 问卷信度与效度

对设计的问卷进行信效度分析,具体见表 3-2。

表 3-2 问卷信度分析

Table 3-2 Questionnaire reliability analysis

样本容纳量	Cronbach's alpha 系数	项目个数	KMO 统计量数	Baetlett 球形检验		
				近似卡方	Df	Sig.
140	.901	19	.889	1178.761	171	.000

本次调查问卷共有 19 项单选题，将采集后的数据录入 SPSS 23 软件，进行信效度分析，从表中可以看出，Cronbach's alpha 系数为 0.901，说明本问卷的信度比较高。KMO 值为 0.889，且显著性值为 $0.000 < 0.001$ ，说明问卷效度比较高。综合来看，本次的学生调查问卷信效度良好。

3.3.3 问卷调查结果与分析

(1) 学习化学的态度的调查

此维度的问题主要针对学生对于化学学科的态度、目前采用的化学学习方式以及期待的教学方式进行调查，为接下来的实践研究提供教学设计方面的思路。具体调查结果如表 3-4 所示。

表 3-3 学习化学的态度

Table 3-3 Attitude towards learning chemistry

维度	问题	满意度	非常同意	同意	中立	不同意	非常不同意
学 习 化 学 的 态 度	1.您觉得化学课非常有趣	频数	35	65	37	2	2
		占比	25%	45.7%	26.4%	1.4%	1.4%
	2.您认为影响自己化学学习兴趣的原因使化学知识抽象、体系杂乱无规律	频数	12	68	27	22	11
		占比	8.6%	48.6%	19.3%	15.7%	7.9%
	3.您学习化学主要是通过机械记忆	频数	20	55	48	12	5
		占比	14.3%	39.3%	34.3%	8.6%	3.6%
	4.您认为老师一直采用讲授法上课是很好的方式	频数	13	22	47	43	15
		占比	9.3%	15.7%	33.6%	30.7%	10.7%

从表中数据可知学生对于学习化学的态度，在回答问题 1 时，非常同意、同意、中立、不同意、非常不同意的占比分别为 25%、45.7%、26.4%、1.4%、1.4%。由此可见，大部分学生对于化学学习持比较积极的态度，对化学课比较感兴趣。问题 2 的回答中，非常同意、同意、中立、不同意、非常不同意的占比分别为 8.6%、48.6%、19.3%、15.7%、7.9%，大部分学生认为化学知识比较庞杂无规律，因此认为化学学习难度比较高。问题 3 目的是对于化学学习的方式调查，学生对于学习主要是通过机械记忆回答中，非常同意、同意、中立、不同意、非常不同意的占比分别为 14.3%、39.3%、34.6%、8.6%、3.6%，从上述结果可看出学生学习化学往往是采用背诵等机械记忆的方式进行学习，而非使知识系统化、结构化。在回答问题 4 “您认为老师采用讲授法使很好的方式”，学生回答非常同意、同意、中立、不同意、非常不同意的占比分别为 9.3%、15.7%、33.6%、30.7%、10.7%，说明学生并不认为老师一直采用讲授法是好的方式，也间接说明学生期待化学教师开展丰富多彩的教学方式。

(2) 对模型和建模的认知

本维度的几个问题主要是针对学生对化学模型和化学建模的了解程度进行

分析,初步掌握学生的化学建模水平,利于建模教学实践中根据学生的水平选择建模教学策略。具体调查结果详见表 3-5。

表 3-4 学生对模型和建模的认知程度
Table 3-4 Student's level of understanding of models and modeling

维度	问题	满意度	非常同意	同意	中立	不同意	非常不同意
学习化学的态度	5.您认为思维导图是一种模型。	频数 占比	15 10.7%	69 49.3%	39 27.9%	13 4%	4 2.9%
	6.您认为化学模型是实物的缩小或放大,是对原型的简化,可以有很多种。	频数 占比	25 17.9%	71 50.7%	35 25%	6 4.3%	3 2.1%
	7.您不了解化学建模且认为它是一种不太重要的思维方法。	频数 占比	22 15.7%	50 35.7%	36 25.7%	28 20%	4 2.9%
	8.您的化学老师会在课堂上讲解建模等相关知识。	频数 占比	7 5%	16 16%	29 20.7%	66 47.1%	22 15.7%

在回答问题 5,通过数据可以看出学生近半数学生认为思维导图是一种模型,说明学生对于模型还是由一定的了解。在回答问题 6,数据显示近半数学生对于模型的概念以及模型与原型之间的关系有一定的了解。在回答问题 7,可以看出有将近半数学生对化学建模了解程度不深,且对化学建模这种思维方法不重视或持较消极的态度。对于问题 8 的回答可以看出,在目前的化学教学中,一线化学教师中鲜有经常在课堂上引导学生开展相关的化学建模活动。综上所述,学生在目前的化学课堂上很少接触模型或模型教学。

(3) 化学建模教学的开展情况

表 3-5 化学建模教学开展情况
Table 3-5 Implementation of Chemical Modeling Teaching

维度	问题	满意度	非常同意	同意	中立	不同意	非常不同意
学习化学的态度	9.在化学课堂中,您的化学老师会经常组织开展化学建模活动。	频数 占比	7 5%	16 11.4%	29 20.7%	66 47.1%	22 15.7%
	10.您的化学老师会在日常教学中利用实物模型、思维导图等辅助对抽象概念的知识进行讲解。	频数 占比	16 11.4%	20 14.3%	31 22.1%	69 49.3%	4 2.9%
	11.您的化学老师会经常组织开展动手制作化学模具。	频数 占比	4 2.9%	13 9.3%	47 33.6%	50 35.7%	26 18.6%
	12.您的老师经常结合思维导图、讲练结合、实验探究、展示教具的方式建模。	频数 占比	18 12.9%	16 11.4%	41 29.3%	58 41.4%	7 5%
	13.您的化学老师会在课堂上对制作的模型进行多角度评价。	频数 占比	8 5.7%	18 12.9%	51 36.4%	40 28.6%	23 16.4%

从表中数据可知，首先是在化学课堂中化学教师是否会经常组织开展建模教学活动，大部分学生表示化学老师并不会经常在化学课堂中开展化学建模教学活动，由此可见化学建模教学活动在现阶段化学课堂中落实较差，在问题 10 中，仅有 11.4% 左右的学生表示老师会经常在课堂上借助实物模型、思维导图等模型对抽象知识进行讲解，可见教师对模型在一线化学课堂利用很少。其次是问题 11：老师是否在日常教学中是否组织过学生进行动手制作化学模型，非常同意、同意、中立、不同意、非常不同意的占比分别为 2.9%、9.3%、33.6%、35.7%、18.6%，由此可见在目前的化学课堂中，很少有化学老师组织学生亲自动手制作模型。在问题 12 中，面对“您的老师经常结合思维导图、讲练结合、实验探究、展示教具的方式建模”，学生回答不同意的占比为 41.4%，说明有近半的学生表示大部分老师很少采用上述教学方法进行建模教学。13 题是化学老师对学生制作的模型是否会进行评价，学生回答非常同意、同意、中立、不同意、非常不同意的占比分别为 5.7%、12.9%、36.4%、28.6%、16.4%，此数据显示仅有不到 20% 学生的构建的模型会得到老师的评价。

(4) 学生运用化学模型的情况

表 3-6 学生运用化学模型的情况

Table 3-6 The situation of students using chemical models

维度	问题	满意度	非常同意	同意	中立	不同意	非常不同意
学习化学的态度	14.您在学习化学知识时会运用物质模型（比例模型）、符号模型（电子式、方程式）、数学模型（导电率曲线）、图表模型（原子结构示意图）来辅助学习。	频数 占比	28 20%	26 18.6%	39 27.9%	42 30%	5 3.6%
	15.对于庞杂繁琐的化学知识您会使用化学模型使其变得条理清楚。	频数 占比	10 7.1%	12 8.6%	44 31.4%	54 38.6%	20 14.3%
	16.当遇到复杂问题时，您会使用构建化学模型的方法解决。	频数 占比	13 9.3%	11 7.9%	63 45%	37 26.4%	16 11.4%

上述表格问题主要针对学生在平常的化学学习中对于化学模型的运用情况进行了解。问题 14 是了解学生对物质模型、符号模型等各种模型的使用情况，学生回答非常同意、同意、中立、不同意、非常不同意的占比分别为 20%、18.6%、27.9%、30%、3.6%，此数据显示大部分学生对于物质模型、符号模型等的使用频率较低。其次学生针对问题 15 中对于庞杂繁琐的化学知识是否会使用化学模型使其变得更加结构化的回答，非常同意、同意、中立、不同意、非常不同意的占比分别为 7.1%、8.6%、31.4%、38.6%、14.3%，大部分学生并不

会利用化学模型使庞杂繁多的知识变得条理清楚，没有使用模型的意识。而对于问题 16 是否会利用模型来解决复杂问题时，学生的回答是非常同意、同意、中立、不同意、非常不同意的占比分别为 9.3%、7.9%、45%、26.4%、11.4%，大部分学生遇到比较复杂的化学问题是并不会利用模型去解决问题，由此可见大部分学生对于模型还是不熟悉、也不会熟练的使用模型去解决化学问题，没有达到迁移应用模型去解决问题的水平。

(5) 学生对化学建模教学的期待分析

表 3-7 学生对化学建模教学的期待

表 3-7 Students' Expectations for Chemical Modeling Teaching

维度	问题	满意度	非常同意	同意	中立	不同意	非常不同意
学习化学的态度	17.您认为自己构建化学模型的能力需要提高。	频数	66	35	51	23	25
		占比	33%	17.5%	25.5%	11.5%	12.5%
	18.您认为教师将化学建模运用到教学中能提高我的化学学习兴趣。	频数	47	60	30	2	1
		占比	33.6%	42.9%	21.4%	1.4%	0.7%
	19.您认为老师在开展建模教学时应该对学生构建的模型进行评价。	频数	66	35	51	23	25
		占比	33%	17.5%	25.5%	11.5%	12.5%

面对问题 17“您认为自己构建化学模型的能力需要提高”，回答非常同意、同意、中立、不同意、非常不同意的占比分别为 33%、17.5%、25.5%、11.5%、12.5%，数据显示大部分学生希望自己的化学建模能力得到提高，说明化学建模教学在日常教学中应着重发挥培养学生的化学建模能力的作用。18 题针对学生是否认为化学教学中引入化学建模能提高自己的化学学习兴趣，极大部分学生认为化学教师将化学建模引入课堂能提高学生的化学学习兴趣。问题 19 是老师在开展建模教学时是否应该对学生构建的模型进行评价，大部分学生认为教师需要对学生构建的化学模型进行评价。综上所述，学生在日常的化学学习中有接触过不同的化学模型，并且希望化学老师在日常的化学教学中开展相应的化学建模教学。

3.4 教师访谈

3.4.1 访谈问卷设计

为了调查当前化学教学中化学建模教学的开展情况以及教师在日常的化学教学中使用 SOLO 分类评价理论作为评价工具的情况，选取了实习学校的部分高中化学教师进行访谈（访谈问卷见附录 B），访谈主要从高中化学教师基本情

况、对于模型和建模的认知、建模教学的实施情况、建模教学的认可程度、建模教学存在的问题和建议几个维度展开调查，具体内容如表 3-9 所示。

表 3-8 教师访谈细目表

Table 3-8 Detailed List of Teacher Interviews

题号	维度
1-2	教师的基本情况
3-4	对模型和建模的认知程度
5-6	SOLO 分类理论的认识程度和应用情况
7-8	对建模教学的认可程度
9-12	建模教学的开展情况和存在的问题
13	对建模教学的期待

3.4.2 访谈数据分析

(1) 教师基本信息统计

参与本次访谈问卷调查的教师主要为一线化学教师，共 18 人，具体信息见表。

表 3-9 教师基本信息统计

Table 3-9 Basic information statistics of teachers

教龄	5 年及以下	6 年-10 年	11 年-15 年	16 年及以上
人数	3	2	2	11
占比	16.67%	11.11%	11.11%	61.11%

(2) 对于问题“您对化学建模的了解程度”，8 名教师觉得自己对于建模教学不是很了解，占比达到 44.44%；非常了解化学建模教学的教师只有 2 名，占比为 11.11%。由此可见，绝大部分教师对于化学建模教学不甚了解。数据如图 3-1 所示：

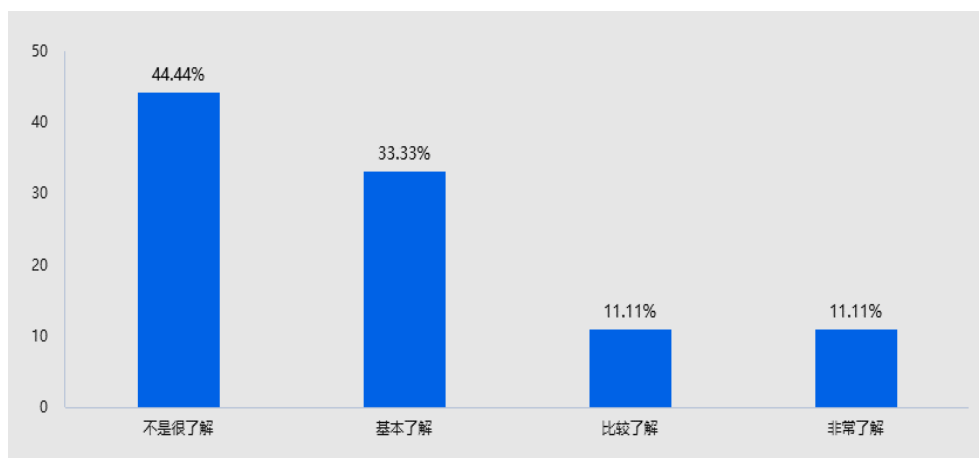


图 3-1 高中化学教师关于建模教学的了解情况

Fig. 3-1 High school chemistry teachers' understanding of modeling teaching

(3) 对于问题“您了解构建化学模型方法和步骤吗”，教师选择“比较了

解”，占比 27.78%；而没有化学教师选择“非常了解”。从这一分析结果可以知，大部分教师对化学模型的构建方法和具体步骤缺乏了解，这实际上给高中化学建模教学的开展形成了巨大的障碍。具体数据如图 3-2 所示：

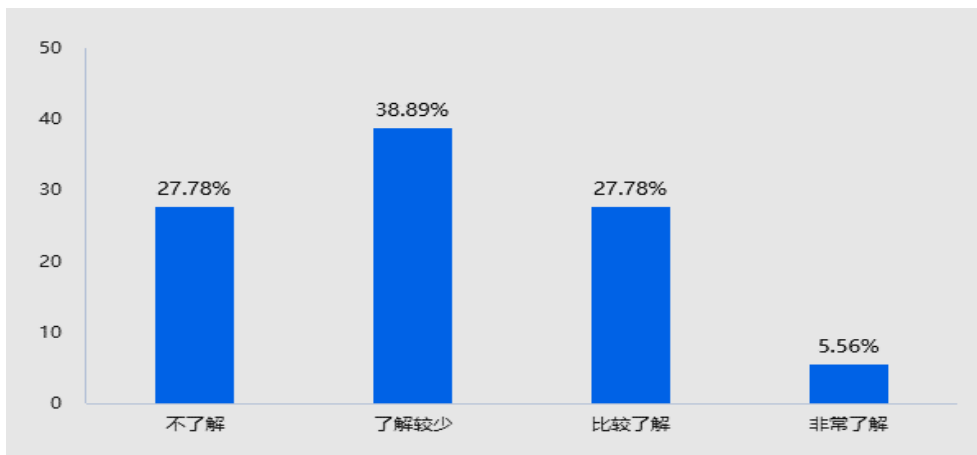


图 3-2 高中化学教师对于建模教学的方法和步骤的了解情况调查结果

Fig. 3-2 Survey results of high school chemistry teachers' understanding of the methods and steps of modeling teaching

(4) 在回答“您对 SOLO 分类理论评价的认知程度”的问题时，有 12 名化学教师选择“不是很了解”，占比为 66.67%；有 3 名教师选择“基本了解”，占比为 16.67%；对 SOLO 评价理论比较了解的教师占比为 11.11%；只有 1 名教师认为自己对 SOLO 分类理论非常了解。由此分析，绝大部分教师对 SOLO 分类评价理论了解程度比较低。具体数据如图 3-3 所示：

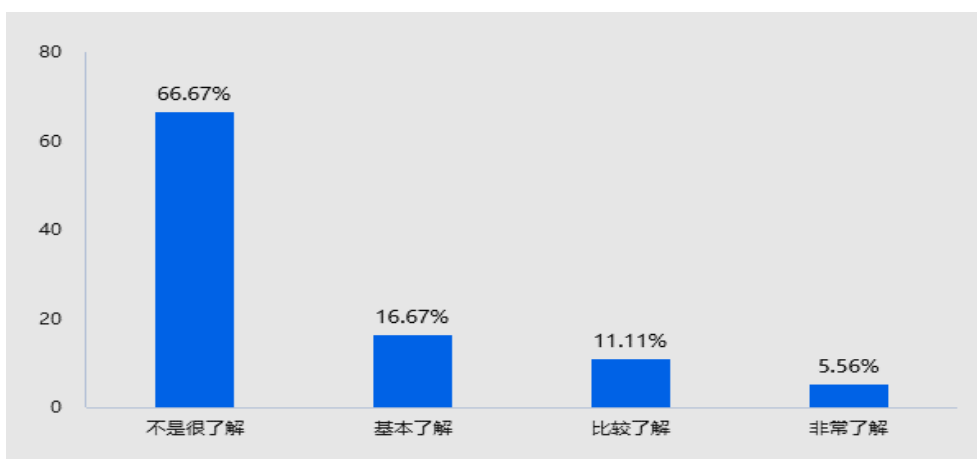


图 3-3 高中化学教师对于 SOLO 分类理论的了解

Fig. 3-3 High school chemistry teachers' understanding of SOLO classification theory

(5) 在回答“您在日常化学教学中是否应用 SOLO 分类评价理论”的问题时，有 2 名化学教师选择“经常有”，占比为 11.11%；有 4 名化学教师选择“偶尔有”，占比为 22.22%；有 12 名化学教师选择“几乎没有”，占比为 66.67%。由此可见，在日常化学教学中能主动结合 SOLO 分类评价理论进行教

学的高中化学教师非常少。具体数据如图 3-4 所示：

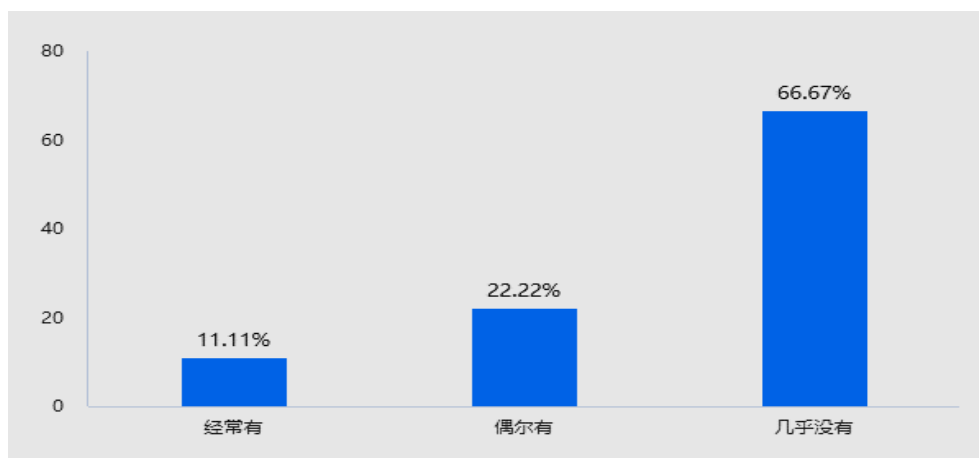


图 3-4 高中化学教师应用 SOLO 分类评价理论的结果

Fig. 3-4 The Results of Applying SOLO Classification Evaluation Theory to High School Chemistry Teachers

(6) 对于“您是否支持在高中化学教学中进一步实施建模教学”问题，有 16 名教师选择了“支持”，占比为 88.89%；没有化学教师选择“不支持”，占比为 0%；有 2 名教师选择“对此不发表意见”，占比为 11.11%。由此可以看出高中化学教师对于实施建模教学持积极态度。具体数据如图 3-5 所示：

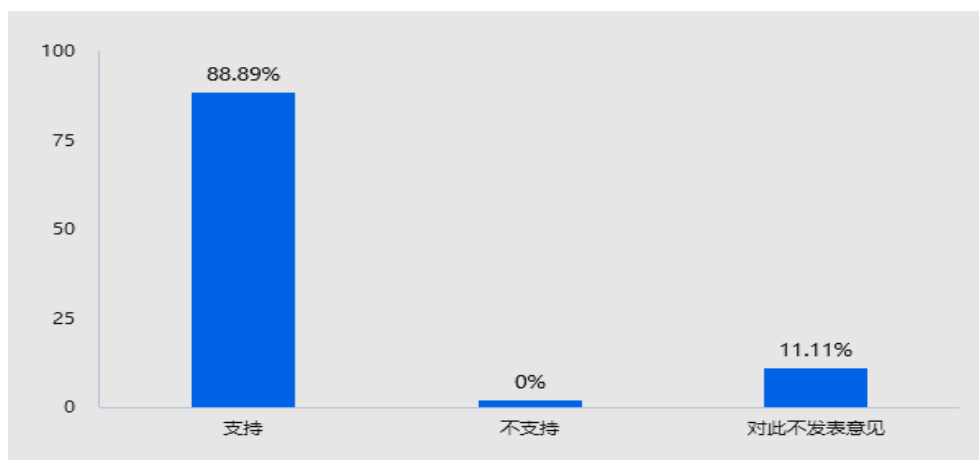


图 3-5 高中化学教师对于高中化学建模的支持程度

Fig. 3-5 Support level of high school chemistry teachers for high school chemistry modeling

(7) 关于“您是否愿意通过培训、教学实践等方式提高自己的学科建模教学能力”，占比为 88.89% 的教师选择愿意；仅有 1 名教师选择“不愿意”，占比为 5.56%；剩余 1 名教师选择“对此不发表意见”，占比为 5.56%。由此可见，广大的高中化学教师非常支持高中化学建模教学。如图 3-6 所示：

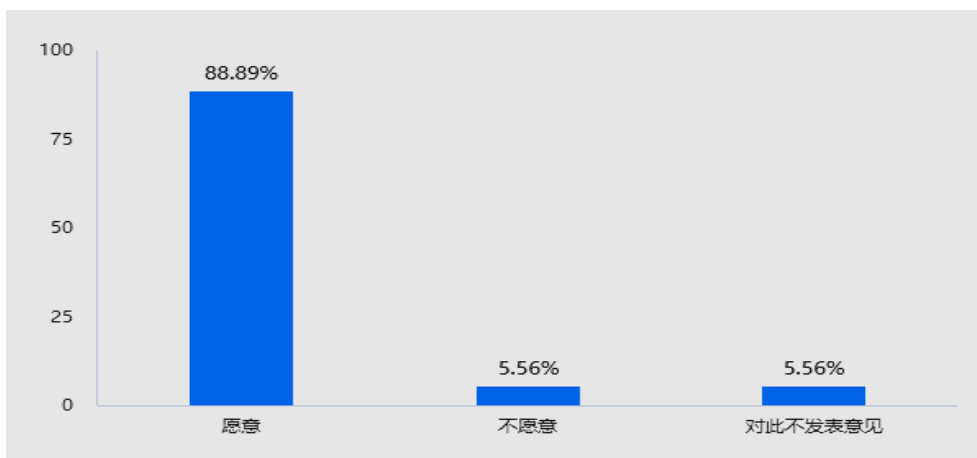


图 3-6 高中化学教师对于高中化学建模教学的支持态度

Fig. 3-6 High school chemistry teachers' supportive attitude towards high school chemistry modeling teaching

(8) 在对“您是否在课堂教学中引导学生开展过建模教学吗”，有 4 名教师选择了“经常有”，占比为 22.22%；有 8 名教师选择“偶尔有”，占比为 44.44%；有 6 名化学教师选择了“几乎没有”，占比为 33.33%。根据结果可知，真正在课堂上开展过建模教学的高中化学教师很少。如图 3-7 所示：

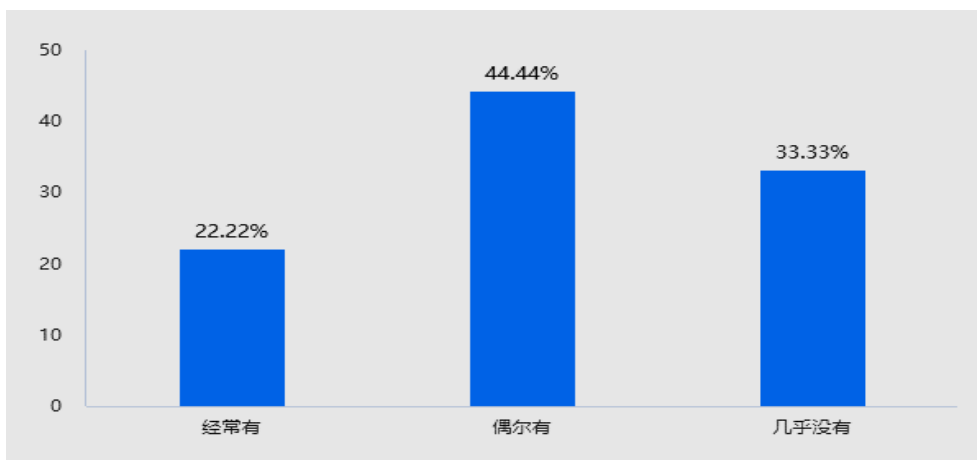


图 3-7 高中化学教师引导学生开展建模教学的调查结果

Fig. 3-7 Survey results of high school chemistry teachers guiding students to carry out modeling teaching

(9) 在关于“您是否在课堂中对学生构建的模型进行评价”，有 3 名教师选择“经常有”，占比为 22.22%；有占比为 38.89% 化学教师偶尔会对学生开构建的模型进行评价；余下 7 名教师则表示在化学教学中几乎没有评价过学生所构建的模型，由此可见，高中化学教师很少对于学生的构建的模型进行评价。如图 3-8 所示：

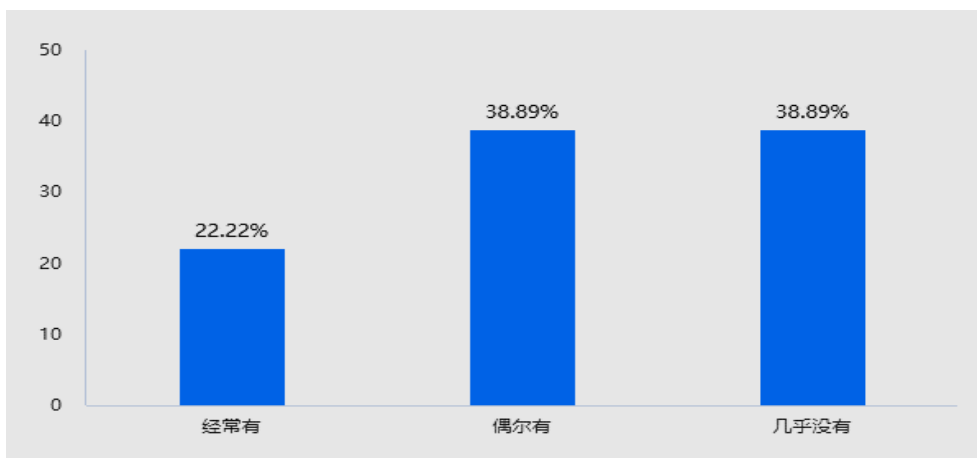


图 3-8 高中化学教师对于学生的建模进行评价的调查结果

Fig. 3-8 Survey results of high school chemistry teachers evaluating students' modeling

(10) 关于“您认为您所开展的化学建模教学是否取得了不错的效果”，有 33.33% 的教师认为开展的建模教学取得比较好的效果；有占比为 11.11% 的化学教师认为自己所开展的化学建模教学没有取得良好的效果；剩余 55.56% 的化学教师选择“对此不清楚”，即不清楚自己所开展的建模教学效果的教师。据此可知，只有很少一部分教师认为自己的建模教学取得了良好的效果，更多的教师甚至都不知道所开展的建模教学取得了怎样的效果，这说明教师很少去开展教学评价。

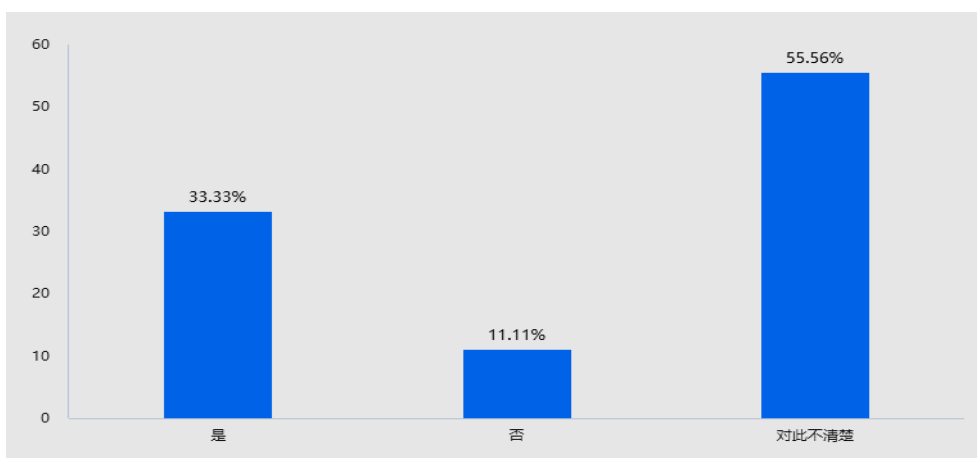


图 3-9 高中教师对于建模教学效果评价的调查结果

Fig. 3-9 Survey results of high school teachers' evaluation of modeling teaching effectiveness

(11) 在回答“您认为自己的建模教学能力如何”，没有教师选择认为自己化学建模教学能力很高；有将近一半的教师认为自己的建模教学能力一般，有 3 名教师选择“能力很差”，占比为 16.67%；有 5 名教师选择“没有明确了解过”，占比为 27.78%。由此可见，大部分高中化学教师普遍认为自己的高中化学建模教学能力很低。具体数据如图 3-10 所示：

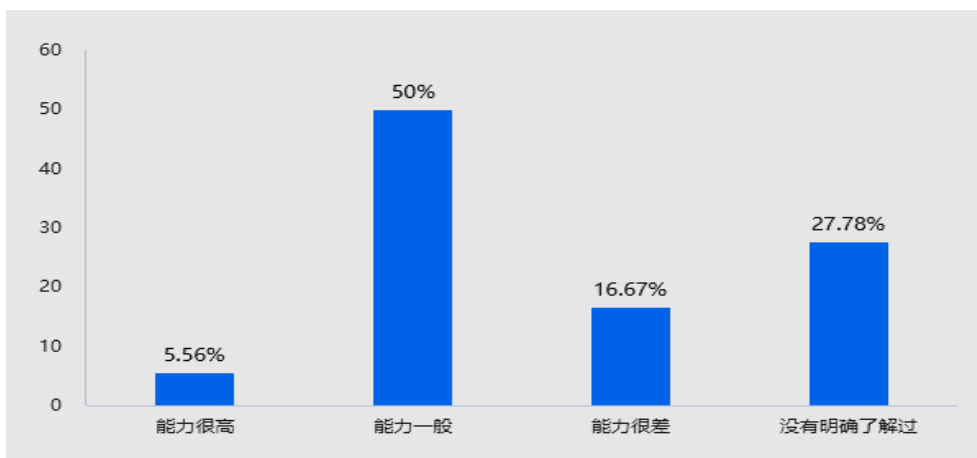


图 3-10 高中化学教师建模能力调查

Fig. 3-10 Survey on Modeling Ability of High School Chemistry Teachers

(12) 在回答“您认为在以后的高中化学教学中，建模教学应处于什么地位”，有近一半的学生认为建模教学应在今后的化学教学中占有更重要的地位；有 9 名教师选择“一般重要”，占比为 50%；剩余 1 名教师选择“不重要”，占比为 5.56%。由此可见，高中化学建模教学将成为未来高中化学教学的一种重要思想。具体数据如图 3-11 所示：

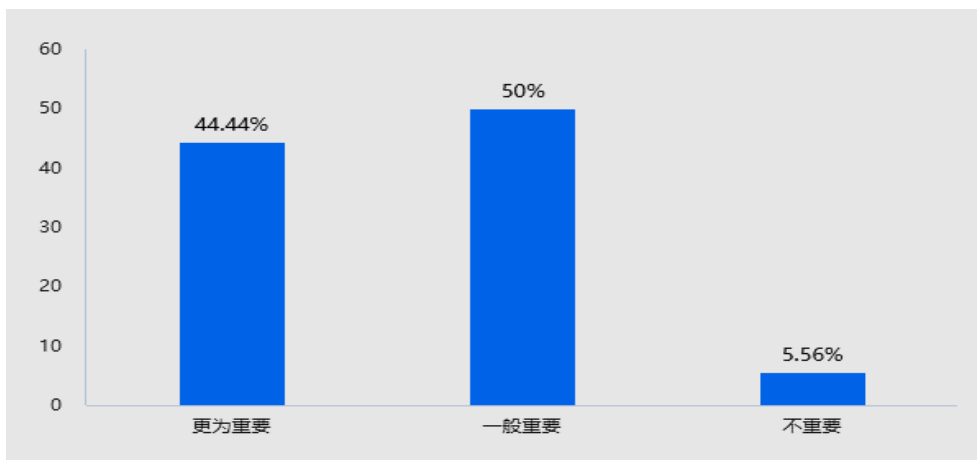


图 3-11 高中化学教师对建模教学认可度调查

Fig. 3-11 A Survey of High School Chemistry Teachers' Recognition of Modeling Teaching

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/748026132024006045>