

基于学科核心素养的高中数学作业设计策略

曾远婷, 崔静静*

西昌学院理学院, 四川 西昌

收稿日期: 2023年10月2日; 录用日期: 2023年11月3日; 发布日期: 2023年11月10日

摘要

对高中数学作业的目标、内容、实施、评价设计进行问题与现状分析。从指向学生数学核心素养发展的视角, 提出了作业目标设计课标化、作业内容设计一体化、作业实施设计联系化、作业评价设计多元化的高中数学作业设计策略。

关键词

核心素养, 数学作业, 现状分析, 设计策略

Design Strategies of High School Mathematics Homework Based on Discipline Core Literacy

Yuanting Zeng, Jingjing Cui*

School of Science, Xichang University, Xichang Sichuan

Received: Oct. 2nd, 2023; accepted: Nov. 3rd, 2023; published: Nov. 10th, 2023

Abstract

The goal, content, implementation and evaluation design of high school math homework are analyzed. This paper, from the perspective of the development of students' mathematics core literacy, puts forward the design strategy of high school mathematics homework, which includes the standardization of homework target design, the integration of homework content design, the connection of homework implementation design and the diversification of homework evaluation design.

*通讯作者。

Keywords

Core Literacy, Mathematics Homework, Current Situation Analysis, Design Strategies

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

2019年6月, 国务院办公厅印发的《关于新时代推进普通高中育人方式改革的指导意见》(以下简称“意见”)指出:“精心设计基础性作业, 并适当增加实践性、探究性、综合性作业, 切实提高作业设计的质量。”与此前教育部等九部门印发《中小学生减负措施的通知》中提出的:“高中也要合理安排作业时间, 不做刷题机器, 鼓励创新试题形式, 适当增加探究性、综合性、应用性、开放性作业题型”是一脉相承的, 都将作业设计的变革视为了深化教学改革的一个突破点。数学核心素养是“具有数学根本特征的思维品质、关键能力和情感态度价值观的综合体现”, 它既是数学课程目标的集中表现, 也是制定学业质量的标准, 贯穿于整个高中数学教育的全过程。因此, 以数学学科核心素养的落实为重要抓手, 分析了当前作业设计的现状, 明确了作业设计变革的理念及策略, 从而为提高作业设计的质量、减轻学生学业负担, 全面提升学生的数学学科核心素养做出重要尝试。

2. 高中数学作业设计的现状分析

精心设计的数学作业在学科核心素养的培育上运行, 而无设计的作业只能在认知水平上打转转[1]。深化高中数学作业设计的改革, 必须坚持以全面育人为基本导向、以学生的全面发展为根本目的。高中生学业负担重, 其中数学科表现得尤为突出, 与我国当前的社会文化背景息息相关。在当前高考的选材制度下, 不少师生一致认为要想得高分, 就必须多做题、多练习, 于是盲目地陷入了“刷题→讲评”的死循环中。事实上, 作业时间和作业量二者与学业成绩并不绝对正相关。教师应正视并改进各自在作业目标、内容、实施和评价设计方面还存在的一些问题, 这不仅是落实学生数学核心素养的重要切入点, 也是帮助教师促进其专业发展的重要途径。

2.1. 作业目标设计: 应试取向, 唯分数论

余昆仑在2020年对11个县(区)共计13,860名中小学教师进行了作业设计与管理方面的调查, 调查数据显示: 90.34%的教师认为课后作业的价值在于巩固知识, 68.8%的认为其功能为反馈教学, 63.08%的认为其作用为训练能力, 不超过30%的认为作业的意义在于预测学情评价学生和习惯的养成[2]。由于应试思想使然, 大多数教师通常对提分性的书面巩固类作业重视有余, 几乎只关注知识与技能教学目标达成的情况。作业形式大多以多认知、少探究的机械训练为主, 几乎不会布置实践性、探索性、弹性的作业。长久下去学生自然因繁难的学业负担产生烦躁情绪, 这样势必会对其情感态度价值观的塑造和培养形成不良影响, 从而造成了对学生数学核心素养培养的缺失。

作业目标设计是整个作业设计的起点, 它决定着作业的内容、实施与评价, 因而也就决定着教师课堂教学的效果。当下不少教师在作业的目标设计方面, 仍秉承着应试取向, 唯分数论的观点, 盲目地搞题海战术, 高三年级则表现得尤为突出。不少师生误将作业的目的视为机械刷题, 以达到掌握某类题型

的通性通法。显然这种少应用、少探究,以机械训练和死记硬背的作业目标设计,与高考坚持的“聚焦数学核心素养,考查关键能力”总体要求是背道而驰的。教师若长此以往地坚持以考试和得分而作业的错误理念,而忽视了学生数学抽象、逻辑推理等数学学科核心素养的培育,那么当学生面对新的问题情境时,在没有固定的数学知识与模型进行套用的情况下,定会显得手足无措。

2.2. 作业内容设计:本本取向,拿来主义

长久以来,高中数学作业的内容与功能仍然以凯洛夫所提出的观点,即“通过利用教科书和完成各种练习来巩固所学知识、技能与技巧”为导向,大多以提分性的文本书写类作业构成,阅读和实习、探究与实践类作业几乎不曾涉及。且文本书写类的作业多以“教材”和学校统一征订的“练习册”、“试卷”为载体。教师在选择作业的内容时,通常直接以此“无差异”的“本本”拿来就用,试图通过这些作业进行反复练习从而达到深化巩固知识点的作用。然而这种内容缺乏自主设计的趋同性思维训练,只是促进了部分学生表面、单一的发展,实在难以促进全体学生的身心、智慧灵光、情感品质等产生实质性的成长。要使作业高效率地实现全面育人目标,教师必须精选能够引发学生深度思维的作业内容,“好的数学问题”显得尤为关键。

关于作业量的看法,不少教师简单地认为作业量和作业时间与学业成绩均成正相关,因而给学生布置大量的数学作业,以填补个人内心的焦虑。实际上,作业量和作业时间二者与学业成绩均呈曲线相关,即当作业量和作业时间布置得当时,学习效果最好,若超过最佳的数量和时间,学习效率则会下降。因此,教师需要注意甄别教材和练习册中重复性的枯燥练习题和机械化的无效作业,适度控制文本书写的巩固类作业量。此外,传统的文本书写类作业已不能适应新高考创新性人才选拔的要求。教师需适当增加探究性、实习类等形式的作业,来调动学生学习的自主性和情感投入,使他们思维最大限度的参与进来。通过整合作业的形式,既确保了书面巩固类作业的重要作用,又实现了学生的眼耳手口的整合,做到控量保质,最大限度地发挥了数学作业全面育人的功能。

2.3. 作业实施设计:过程片面,联动不足

教师既是作业的设计者,又是作业的管理者。很多教师似乎每天都沉浸于“批改→讲评”的循环往复,却缺少必要的反思与改进。在作业的实施方面,不少数学教师偏爱于传统的作业布置方法,惯用流于形式的分层作业,要求所有学生完成“必做题”,部分学生视情况自主选择“选做题”。这表面看似与“双减”政策鼓励的分层、弹性、个性化作业相符合,实则难以达到促进学生基础发展与个性化需求间的协调。原因有三:一是教师虽然给学生提供了自主选择的机会,但事实证明即便是一些有潜力可能完成的学生,由于还要完成其他学科作业等理由,在面对具有挑战性的作业时也不愿花太多时间去思考。二是作业可选后,作业的评讲成为了难题。由于课堂时间有限,教师既要面向所有学生评讲“必做题”,又要兼顾部分学生的个性化作业,这给教师带来了挑战。三是联动不足,高中阶段各学科的学业负担都较重,各学科教师都布置了大量的作业,教师之间缺少联动协调,导致作业的总量增多,从而难以确保每个学科的作业能够保质保量地完成[3]。其次是教研组在开展的教研活动时,往往关注的地方也只是教师新授课新知讲解的部分,极少探讨作业的设计与实施。显然,在作业的实施过程,缺少学校、教研组、教师间的教育合力。

2.4. 作业评价设计:方式单一,缺乏改进

作业的评价应包含对作业目标、内容、实施整个设计过程的评价。但不少教师对作业的设计的整个环节却没有建立起一体化的联系,且缺乏必要地反思与改进。在日常教学中,作业评价主体通常由教师

独立承担,他们习惯于对学生知识与技能方面掌握的学习结果做出终结性评价,很少采用形成性评价、表现性评价、自我评价及同伴评价等多种评价方式,对学生的学习态度、书写习惯、解题速度、创新程度等方面作出评价。一些教师通常会以繁忙的教学任务和日常班级管理事务为由,因此没有时间去关注一些思维新颖、解法巧妙、思路独特的作业,缺乏对优秀作业的展示与存档。在使用作业批改符号方面,往往以传统的“×”、“√”或下划线结果形式呈现。调查表明,大部分学生并不喜欢教师用这样的冰冷的符号对其作业加以评判,他们倾向于教师使用一些特殊符号或鼓励性、赞美性的话语[4]。

3. 指向学科核心素养的高中数学作业设计策略

数学学科核心素养在《普通高中数学课程标准(2017年版)》正式被提出,它是数学课程目标的集中体现,具体指“具有数学基本特征的思维品质、关键能力、情感态度与价值观的综合体现”。数学学科核心素养一共包括了:数学抽象、逻辑推理、数学建模、直观想象、数学运算和数据分析六个方面。这六个方面的内容是一个有机的整体,它们既相互独立又相互交融,在学生数学学习和应用的过程中逐步发展和完善起来的。个体获得良好的数学学科核心素养培育后,在认识事物、解决问题、行为习惯等方面与未经受过此种数学教育的人相比,所表现出来的智慧、乐观与自信。一个科学的高中数学作业设计应该基于学业质量标准,在作业的目标、内容、实施与评价四方面建立一体化的联系,切实把握好作业“质”与“量”间的平衡,促进学生全面发展与个性化发展间的协调。

3.1. 作业目标设计课标化

自2020年起,教育部考试中心便不再制定普通高考类的《考试大纲》及《考试说明》,《普通高中数学课程标准(2017年版2020年修订)》(以下简称《标准》)则成为了日常教学实施、考试评价的重要参考。《标准》指出基于学科核心素养设计的作业应跳出应试取向、唯分数论的价值观,要综合考虑发展学生的“四基”、提高“四能”进行,使得学生在掌握知识、获得技能与发展情意等方面同向同行。

刘辉认为作业的目标设计应综合考虑的学生的认知、元认知、情感及社会四方面[5]。其中的认知维度与体现数学学科核心素养的四方面之“思维与表达”相对应,需重点关注学生对信息加工的过程,即学生在表征数学问题时的思维呈现,反映了学生对数学的认知活动。元认知方面需关注学生对自身学习过程的监控、反思与调节。情感方面需关注学生在学习习惯、学习兴趣及自主学习等方面的能力,这里的元认知、情感维度与“交流与反思”相对应。社会维度则需关注学生在交流表达、获得外界支持方面的表现。

3.2. 作业内容设计一体化

不论学生要达成高中毕业要求,或是高考,还是高校自主招生考试,教师都应对作业内容进行整体谋划,做到教与学的一体化设计。《标准》指出:“促进学生数学学科素养的达成,应以学科大概念为核心,使课程内容结构化、情境化。”[6]这里“大概念”中的“大”是相对的,它可以是对一个课时或一个单元的内容而言,也可以针对一门学科来谈。但不论对于哪个范围,大概念都具有解决社会真实问题、连接知识体系及学科知识间纵横关系的统整特性。要使作业内容设计一体化,就应发挥好大概念的中介连接、双向转化的作用。

“大单元+大概念”、“主题教学+大概念”的作业设计模式,能有效避免传统作业“一课一练”的零散性和碎片化弊端。以主题为引领大概念为核心,精心设计作业内容,有助于学生整体观念的形成,促进他们对问题本质的深刻理解。引导学生对大概念进行辨析,或解决以某个大概念为核心编制的变式题、一题多解、多题一解问题,来实施大概念单元作业设计,能促使学生将显性的知识与技能转化为数学学科核心素养,将完成作业的外部基本活动经验转化为个体内部的认知结构[7]。

“主线-主题-核心内容”的结构化作业设计,是通过以核心内容为基础的主题式学习及应用,而不是教师讲一批知识点,学生做一批题。由于应试思维使然,文本书写的巩固类作业必不可少,但从培养学生积极情感、发展数学核心素养的角度综合考虑,还应适当增加操作类、阅读与写作类、实习类、思维导图等多种类的作业。此外,项目作业和长作业也是值得提倡的,它不仅能诊断学生的学习效果,还能较好地发展学生的综合能力。喻平指出若将作业的三种、四种类型加以整合,必定能切实提高作业设计的质与量[8]。因此,基于以上观点从提升学生数学核心素养的视角,对函数主线的作业进行了整体设计,如下表1。

Table 1. Functional unit busywork design

表 1. 函数单元作业设计

| 主题 | 核心内容 | 作业设计建议 | 学业要求与学科素养 |
|--------------|--|---|--|
| 1. 函数的概念与性质 | 1. 从变量说、对应说认识函数; 2. 从整体揭示函数的性质(单调性、对称性、周期性、有界性等); 3. 从局部揭示函数的性质(导数、函数的极值点、极值、数列极限等)。 | 1. 基础类、综合类作业:求定义域、值域、解析式、最值,利用函数的性质求数列问题、参数范围。 2. 探究类、实践类作业:用计算机作出函数 $y = x, y = \frac{1}{x}, y = x + \frac{1}{x}, y = x + \frac{a}{x}$ 的图象,并研究其单调性、奇偶性。 | 1. 数学抽象:由具体实例,抽象得到函数概念。通过探索单调性与导数的关系,建立整体性质与局部性质、高维与低维图形性质间的联系。 2. 逻辑推理:由定性描述变化到由定量描述变化,定量地分析、解决问题。如“导数及其应用”。 |
| 2. 具体的函数模型 | 简单的幂函数及其推广、指数函数与对数函数、三角函数、数列(离散类函数)、简单的分段函数。 | 1. 基础类、综合类作业:作业:掌握具体函数的背景、概念、图象、性质及应用。 2. 探究类、实践类作业:阅读并撰写对数的形成与发展史。 | 3. 数学运算:运算是研究函数的最基本手段。如由最基本的函数经过有限次加、减、乘、除、复合得到初等函数。 4. 直观想象:通过认识函数图像的特点,把握函数的性质,如将单位圆与三角函数图象结合起来。 |
| 3. 函数的应用 | 1. 应用“函数的思想方法”解决其他数学问题; 2. 应用“函数的思想方法”分析、解决实际问题。 | 1. 基础类、综合类作业:作业:求代数方程的根、解不等式、讨论极值、最值。研究图形、微积分。 2. 探究类、实践类作业:建立函数模型解决实际问题:刚泡好的茶水大约需放置多长时间达到最佳饮用口感。 | 5. 数学建模:通过“函数的思想方法”分析、解决实际问题,提升学生的应用和实践能力。 6. 数据分析:模型的假设与建立,求解参数、检验模型,不光体现了数据分析,更是各种素养的综合渗透。 |
| 4. 研究函数的思想方法 | 1. 几何的思想方法; 2. 运算的思想方法; 3. 微积分——极限的思想方法。 | 1. 基础类、综合类作业:借助单位圆理解三角函数的性质。导数及其应用。 2. 探究类、实践类作业:对整个函数主线的内容进行梳理,构建知识、能力与素养网络。 | |

3.3. 作业实施设计联系化

完善核心素养视角下的高中数学作业实施过程,需要学校、教师、教研组间形成教育合力,将教(教师的教)、学(学生的学)、评(对教与学的考核评价)统辖在统一的标准——《标准》内。学校是负责学生作业管理机制的主体,在“互联网+”时代下,学校应充分发挥教育场景下的人工智能,利用大数据软件,健全作业的批改、存档机制。如当下很多学校都在使用的“极课”系统,它不仅能帮助教师进行班级学情的分析,还能对学生的个人学习档案进行记录,存储每个学生对每个知识点的掌握情况。可见这个系

统能帮助教师提供一份详细的学情诊断报告, 从而为教师进行因材施教、精准施教提供思路。

此外, 学校还应统筹、协商好各学科作业的质量和容量, 避免某一科作业过多而占用了作业的绝大多数时间。针对此问题, 可借鉴上海市静教院附校成立的“两个举手”制度[9]。一是学习委员举手, 若学习委员认为当天作业总量过多, 则向最后一位布置作业的老师举手示意: 减少或免除该学科作业。另一个是家长举手, 若家长认为孩子在认真完成作业的情况下, 仍然无法完成当天作业, 则可向班主任举手示意: 请求延期完成作业。

学校要实现全面育人的目标, 光靠某个教师的单打独斗是行不通的, 需要教研组的老师们集思广益, 深度分析、研讨作业的难易程度、适宜群体、所需时间等。通常新授课的数学作业时间控制在 20~30 分钟为宜, 高考复习阶段的数学作业时间建议控制在 60 分钟内。另外, 还需充分发挥好骨干教师的引领示范作用, 协同教研组其他成员间的分享与启发, 制定出标准化、高质量的作业, 并亲自做一做以客观衡量这份标准化作业的合理性, 再根据各自所带班级学生的实际情况进行调适。

3.4. 作业评价设计多元化

作业的评价是一个难点, 传统的作业评价方式单一、绝对化, 忽略了作业过程的人文性, 因此鼓励教师关注学生学习的过程性评价, 尤其是个性化评价。数学核心素养导向下的作业评价方式则要求考虑作业设计的整个过程, 即既要作业设计的目标、内容、实施进行综合评价, 又要对学生的表现及学习结果进行合理量化。评价主体则除了教师外, 学生本人、同伴及家长也理应成为作业的评价者。评价方式也不再拘泥于传统的教师全批全改、面批面改, 还应综合学生的自批自改、互批互改, 师生研批的作业评价方式也是值得提倡的。

对学生的作业评价绝非教学的“模式、套路”, 要让数学作业真正的服务教学, 教师需加强“评价-重编”的循环体作业设计。教师是整个作业设计和管理的直接主体。很多数学教师都反映在作业批改的过程中, 针对大多数学生都犯错的一些典型错题, 他们会在黑板上进行讲评, 然后让学生将其摘抄进错题本后进行定期复习。但不少学生仍就题论题, 若对题目条件进行稍微的变式就不会了, 还有一些学生根本没有去复习, 甚至消极应对, 从而让此项学习任务流于形式、收效甚微。针对此建议教师采取“评价-重编”的循环体作业设计[10], 即根据学生作业的反馈情况, 利用大数据对其进行分析, 比如以上提到的“极课”系统, 找到学生知识点上存在的漏洞, 有针对性地对其出错的题型进行重新编制, 从而形成有针对性的个性化学习任务。

数学学业质量标准是课程内容与数学学科核心素养的有机结合, 它不仅是考试命题的依据, 也是衡量教师教学活动与评价、学生自主学习与评价的标准。因此对学生的作业评价, 应参照学业质量标准进行, 即从知识与技能、情境与问题、思维与表达、反思与交流共四个观测点, 进行形成性评价与终结性评价。实质上, 形成性评价与教学是融为一体的, 它不仅关注学生对知识技能的掌握, 同样也重视学生思维的过程与情感的表达。那么作业评价的形式不应以冰冷的“×”、“√”或下划线的形式呈现, 教师可直接对学生思维的过程给予肯定或明确其弱点并告知改进措施。教师的作业批语是课堂对话在课后的延伸, 是对学生开展个别化辅导的一种有效途径, 鼓励教师适度增加激励性的评语, 以开发学生的反思与自我评价能力。

4. 结语

数学作业在提升学生的数学核心素养方面有着举足轻重的作用。但这种由知识本位向素养本位进行转变的作业设计, 虽然给锻炼学生的数学思维、培养创造性塑造人才带来了新的机遇, 但也对教师个人的数学素养也提出了新的挑战。基于数学学科核心素养的作业设计需要教师牢固树立整体观的意识, 以

主题为引领, 以大概念为核心进行单元作业目标设计, 以此助力学生整体观的形成和促进其对问题本质的深度理解与迁移。此外, 还需教师精选作业内容, 控量提质, 适当增加探究性、操作性、综合性的作业。如除了布置巩固类的书面作业, 还可辅以一些开放式作业、实习作业、数学作文, 单元结束后布置导图类作业。在作业的实施方面, 需要学校、教师、教研组甚至家庭间形成教育合力, 通过集体研讨、分享互助的方式使作业实施联系化。作业评价可借鉴“评价-重编”的循环体作业设计。

无设计的数学作业在认知水平上打转转, 有效的作业设计在核心素养的培育上运行。数学核心素养导向下的作业设计是对作业目标、内容、实施和评价四方面进行整体把握的一个系统, 它既重视学习的结果, 也关注学生在学习过程中思维、学习态度和情感价值观等方面的变化。新高考提出了“聚焦数学核心素养, 考查关键能力”的总体要求, 那么在作业设计方面, 也就相应地需要教师摒除一些片面的观念, 如将“一节一节”的课时巩固类作业视为提分性的工具, 单一地以课本或练习册的习题作为作业内容, 缺乏对作业进行整体性的目标设计, 在作业的实施与评价过程中缺少必要的反思与改进, 一味地搞题海战术。只有基于核心素养的提升, 对数学作业进行精心的设计, 才能更好地调动学生的学习积极性, 发展其数学思维, 激发他们的创新思维和解决问题的能力。

基金项目

本文系四川省大学生创新创业训练项目“幼儿科学课设计及应用创业实践”、西昌学院第三批“课程思政”示范课程(项目编号 014/113020351)的系列研究成果。

参考文献

- [1] 范太峰. 基于学科核心素养的初中历史作业设计策略[J]. 历史教学问题, 2021(3): 139-142.
- [2] 余昆仑. 中小学作业设计与管理如何有效落实[J]. 人民教育, 2021(Z1): 34-36.
- [3] 杨清. “双减”背景下中小学作业改进研究[J]. 中国教育学刊, 2021(12): 6-10.
- [4] 孙琪斌, 杨丽. 作业批改的多元评价模式初探[J]. 教育科学, 2001(3): 40-41.
- [5] 刘辉, 李德显. 中小学作业设计变革: 目标确认、理念建构及实践路径[J]. 当代教育论坛, 2022(1): 97-108.
<https://doi.org/10.13694/j.cnki.ddjyjt.20211103.001>
- [6] 中华人民共和国教育部. 普通高中数学课程标准(2017年版)[M]. 北京: 人民教育出版社, 2018: 4.
- [7] 李学书, 胡军. 大概念单元作业及其方案的设计与反思[J]. 课程·教材·教法, 2021, 41(10): 72-78.
- [8] 喻平. 核心素养指向的数学作业设计[J]. 数学通报, 2022, 61(5): 1-8.
- [9] 上海市静安区教育学院附属学校. 作业太多可以“举手”申请减少或免除? 一起来看这所学校的作业管理制度![EB/OL]. https://www.sohu.com/a/470291956_121106869, 2016-06-03.
- [10] 邢星. 高中数学循环体作业设计与实践研究[J]. 中学数学, 2020(19): 95-97.