

新旧版北师大数学教材“设计自己的运算程序”综合实践内容对比及教学启示

杨 敏

新疆师范大学数学科学学院, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2025年7月26日; 录用日期: 2025年8月25日; 发布日期: 2025年9月3日

摘 要

本文分析了北师大版初一数学教材“设计自己的运算程序”这一综合实践内容的变化。通过对比分析2012版和2024版教材,从内容结构、呈现方式、思维导向这三个方面揭示新旧两版的差异。另外,本文还基于APOS理论设计了教学案例,并结合学生的学习报告,探讨了教材修订对学生数学学习的影响以及所面临的问题与挑战。最后,给出了相关教学建议,希望能对数学综合实践环节的教学提供有价值的参考。

关键词

北师大版数学教材, 综合实践, 运算程序, 教材对比, APOS理论

A Comparison of the “Design Your Own Computational Procedure” Comprehensive Practical Content in the New and Old Editions of the Beijing Normal University Mathematics Textbooks and Its Implications for Teaching

Min Yang

School of Mathematical Sciences, Xinjiang Normal University, Urumqi Xinjiang

Received: Jul. 26th, 2025; accepted: Aug. 25th, 2025; published: Sep. 3rd, 2025

文章引用: 杨敏. 新旧版北师大数学教材“设计自己的运算程序”综合实践内容对比及教学启示[J]. 教育进展, 2025, 15(9): 222-228. DOI: 10.12677/ae.2025.1591662

Abstract

This paper analyzes the changes in the comprehensive practical content “Design Your Own Computational Procedure” in the Grade 7 mathematics textbook of the Beijing Normal University Edition. By comparing and analyzing the 2012 and 2024 editions of the textbook, it reveals the differences between the two editions from three aspects: content structure, presentation method, and thinking orientation. In addition, this paper also designs teaching cases based on the APOS theory, and combines students’ learning reports to explore the impact of textbook revisions on students’ mathematics learning as well as the problems and challenges faced. Finally, it provides relevant teaching suggestions, hoping to offer valuable references for the teaching of the mathematics comprehensive practice section.

Keywords

Beijing Normal University Mathematics Textbook, Comprehensive Practical, Computational Procedure, Textbook Comparison, APOS Theory

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

数学教材中的“综合与实践”活动非常重要，是数学课程体系的一部分。它能让学生自己参与，培养他们的数学应用能力、创新精神和综合素养。对综合与实践领域课程的倡导并非新兴的话题，很早之前的数学活动课、数学建模活动等都与之有关。只是在今天课程改革的时代背景下，其以课时要求的形式正式进入了中学数学课程与教材，并在素材选取、呈现形式、实践落实等方面凸显社会属性、学科特征、时代特征[1]。北师大版数学教材使用广泛，它的综合实践内容的设计和更新受到更多关注。“设计自己的运算程序”是很受欢迎的综合实践主题，对比新旧版教材的这部分内容并分析它们的异同，对优化教学实践有重要意义。APOS 理论是美国数学家杜宾斯基提出的建构主义学习理论，它把数学概念的学习过程分成四个阶段：操作(Action)、过程(Process)、对象(Object)和图式(Schema)。当然，这个理论也能用到数学综合实践的教学中，为教学活动的设计和实施提供科学依据，帮助教师更好地引导学生学习知识、培养能力。

2. 教材内容对比分析

2.1. 内容结构差异

2012 版教材中，“设计自己的运算程序”内容有“做一做”、“议一议”和课后习题三部分。其中，“做一做”共三个。第一个是针对四位数设计的运算程序(任意写下一个四位数，四位数字相同的除外，重新排列各位数字，使其组成一个最大的数和最小的数，然后用最大的数减去最小的数，得到差。重复这个过程……)，然后再让学生用三位数试一试，从而探究结果规律并提出猜想；第二个“做一做”是围绕三位数设计的另一个运算程序(任意写下一个三位数，百位数字乘个位数字的积作为下一个数的百位数字，百位数字乘十位数字的积作为下一个数的十位数字，十位数字乘个位数字的积作为下一个数的个位数字，在上面每次相乘的过程中，如果积大于 9，则将积的个位数字与十位数字相加，若和仍大于 9，则

继续相加直到得出一位数。重复这个过程……);第三个“做一做”是让每个人设计自己的运算程序,要求以不同的三位数开始以及运算结果不要超过三位数,最后小组交流结果。“议一议”环节引导学生思考固定运算程序下产生的结果及背后的原因。课后习题则进一步拓展,涉及到设计新运算程序、连续四个整数积加1的平方表示、重复数字后进行除法运算又回到原来输入的数等内容。整体结构较为分散,各部分之间的逻辑衔接相对薄弱,缺乏明确的整体框架指引。

2024版教材则是由“感悟与理解”、“设计与交流”、“反思与拓展”三个栏目构成。其中,“感悟与理解”栏目先是让学生研究四位数的一个运算程序,其和旧版教材第一个“做一做”的运算程序相同;紧接着让学生研究三位数的另一个运算程序,其和旧版教材第二个“做一做”的运算程序相同;最后让学生用信息科技课学过的流程图表达出来。“设计与交流”栏目明确要求学生自主设计运算程序并会用文字语言、流程图表达,得到结果后再与同伴一起进行验证。“反思与拓展”栏目则鼓励学生查阅资料了解更多的运算程序,深入思考循环现象的原因并与同伴交流,还要尝试编写计算机程序进行验证。这种结构的变化使得学生对“设计自己的运算程序”的学习更加系统化,有助于学生理解并掌握所学内容,也符合学生的认知规律。

2.2. 呈现方式变化

2012版教材呈现“设计自己的运算程序”内容时,从题目到答案的呈现都是文字描述,没有其他帮助学生理解的手段。对于基础较差的学生,看到这种纯文字且抽象的表达,可能就很难理解运算规则和程序逻辑,也不容易快速形成清晰的运算认知。

2024版教材引入流程图这一关键可视化工具,要求学生在发现规律后用流程图表达运算程序。学生完成了从输入数字,到各步骤运算处理,再到输出结果的完整流程,将原本抽象的运算过程以直观、有序的图形形式呈现。这种方式可以帮助学生更好地理清运算步骤之间的逻辑关系,培养学生的逻辑思维和系统性思考能力。

2.3. 思维导向转变

教学设计的核心不仅在于知识的传递,更在于思维的引导。在这一点上,新旧两版教材展现了截然不同的导向。

2012版教材的思维导向比较单一,主要让学生通过实践操作发现运算结果的规律。比如第一个“做一做”四位数运算中,结果最终会陷入数字为6174的循环。三位数的运算中,结果最终会陷入495的循环;第二个“做一做”三位数的另一运算中,先给学生具体的例子(以832为例,运用以上规则依次可得:832→766→669→999……)引导学生进行运算,经过探究结果会出现数字为999的循环。在设计自己的运算程序时,也限定学生必须以不同的三位数开始。它不太关注运算程序设计的开放性和创造性,学生大多是按照教材给定的程序操作、验证,自己设计的空间很小。

2024版教材的视野相对来说更为开阔,它让学生从“发现”转向了“创造”。学生可以充分发挥自己的创造力,设计出自己的运算程序。在“感悟与理解”环节,对于“任意写下一个四位数,四位数字相同的除外,重新排列各位数字,使其组成一个最大的数和最小的数,然后用最大的数减去最小的数,得到差。重复这个过程……”运算程序,教材让学生进行四位数的运算,并没有提示三位数通过这一运算程序会怎么样,而是发散学生思维,让其思考其他可能出现的情况。在“设计与交流”环节,教材明确鼓励学生自己设计运算程序,并没有限定学生以几位数开始,只有运算结果不超过三位数且出现循环的要求与旧教材保持一致。在“反思与拓展”环节,新教材鼓励学生结合信息技术尝试编写计算机程序,这一过程不仅加深了对数学的理解,还提高了学生的跨学科思维。学生编写计算机程序时,要用到数学运

算规则、逻辑判断知识,把数学思维变成计算机能执行的代码。这个过程不仅能加深对数学运算程序的理解,还能提高计算机编程能力,培养综合运用多学科知识解决问题的能力。跨学科教学顺应课程改革趋势,是国家课程校本化的有效路径[2]。这种跨学科的呈现方式,让学生在学数学时接触到计算机科学知识,为以后的学习和生活打下基础,这是 2024 版比 2012 版在呈现方式上进步的地方。

3. 基于 APOS 理论的教学设计案例

一般认为,APOS 理论是数学概念学习理论,但并不等同于 APOS 理论只服务于数学概念的学习。静态的概念学习最终会向高阶思维水平发展,其达成的学习结果也不再是陈述性的知识[3]。因此,本次运用 APOS 理论,对 2024 版北师大数学教材的综合实践课“设计自己的运算程序”内容展开教学。

3.1. 教学目标

- (1) 学生能够理解运算程序的设计思路和逻辑关系,掌握运算程序的基本设计方法。
- (2) 学生能够运用 APOS 理论进行数学综合实践活动的学习,提高自主探究和创新能力。
- (3) 学生能够将数学知识与生活实际相结合,体会数学的应用价值。

3.2. 教学过程

3.2.1. 操作阶段(Action)

教师引导学生选一个四位数(四位数字相同的除外),按教材要求操作:重新排列各位数字组成最大数和最小数,用最大数减去最小数,重复这个过程,观察结果的变化。那对于任意一个三位数,按另一个运算程序的要求操作又出现什么结果呢?学生通过实际操作,初步形成对运算程序的认识。

3.2.2. 过程阶段(Process)

在过程阶段,教师引导学生对操作过程进行反思和总结,帮助学生将具体的操作活动抽象为数学过程。例如,在学生完成四位数和三位数运算程序的操作后,引导学生思考:“在这个操作过程中,数字是如何变化的?”“每次操作后数字的变化有什么规律?”等等,通过这些问题,引导学生将操作过程中的具体步骤和现象进行归纳和总结,深入理解运算规律。

3.2.3. 对象阶段(Object)

教师引导学生把运算程序当作一个独立的数学对象来看待。比如引导学生思考:“这个运算程序有哪些特点?”“它和其他运算程序有什么联系?”等等,因此学生也就会从更高层面认识运算程序,把它当作数学对象深入分析。

3.2.4. 图式阶段(Schema)

在图式阶段,教师引导学生将运算程序与数学其他知识进行联系和整合来形成一个完整的数学认知结构。例如,在学生完成四位数和三位数运算程序的学习后,教师可以提出以下问题:“这个运算程序与我们之前学习的哪些数学知识和方法存在关联?”“我们能用这个运算程序来解决哪些实际问题?”“我们还能否基于这个运算程序设计出其他类似的程序?”等等,这有利于学生将新知识融入到已有的认知结构中,实现知识的融会贯通,在脑海中形成一个更加完善的知识“图式”。

3.3. 教学评价

对学生的研究性报告或论文进行相应的点评,优秀的进行展示,使本环节成为拓展提升的部分,免于流于形式,长此以往会使学生重要的数学观念、数学思想渐次递进,循环上升[4]。

- (1) 学生能够独立完成运算程序的设计和验证, 并且能够对运算结果进行分析和总结。
- (2) 学生能够运用 APOS 理论进行数学综合实践活动的学习, 并且能够将数学知识与生活实际相结合。
- (3) 学生能够积极参与小组合作学习和交流分享活动, 并且能够提出自己的想法和建议。

4. 学生学习报告案例分析

随机抽取 10 位同学的学习报告进行对比分析, 发现学生存在着共同的特征, 也存在着个体的差异。

4.1. 共同特征

从学生提交的学习报告来看, 学生都能按教材要求完成基本的操作, 还能总结和猜想运算结果的规律。比如在四位数运算中, 学生发现选任意四位数(四位数字相同的除外), 按“组成最大数和最小数相减”的程序重复操作, 最后都会陷入数字为 6174 的循环。同时, 学生也尝试对循环现象的原因进行分析。虽然分析还不够深入和全面, 但体现出学生对本节课的思考。

4.2. 个体差异

不同学生的学习报告也存在明显的个体差异。在三位数的特殊运算中, 大多数学生观察到出现 999 的循环现象, 也有部分同学会发现并没有出现 999 的循环, 而是进入了一个循环序列。比如有学生的学习报告中起始数字为 482, 经过运算最后出现 $482 \rightarrow 857 \rightarrow 248 \rightarrow 785 \rightarrow 824 \rightarrow 578 \rightarrow 482 \cdots$ 的循环。在运算程序设计方面, 有学生设计了“任意取一位正整数, 数字乘 3, 若结果 ≥ 10 , 则拆分为十位与个位数字再相加”的运算程序。也有学生则设计了“输入两位不同数字, 按照十位数字与个位数字相加, 和作为新数的十位(若和大于 9, 则取个位与十位数字相加至一位数), 十位数字与个位数字相乘, 积作为新数的个位(若积大于 9, 则取个位与十位数字相加至一位数)”的运算程序, 体现了不同学生的思维特点 and 创新能力。

在查阅资料方面, 不同学生了解到不同的运算程序, 并做了循环原因分析。有的学生了解到“快乐数”的运算程序, 循环原因是运算规则固定且数字状态有限, 非快乐数的运算会进入固定链式循环。还有学生了解到“数字根”的运算程序, 循环原因是运算让数不断缩小到个位数, 受限于 9 的约束, 结果固定在 1 到 9, 有限状态下必然形成循环。

在总结与建议部分, 学生的感受和建议也各不相同。在对课程的改进建议上, 有些学生建议增加学生上台分享环节, 也有学生认为可以采用小组竞赛方式设计运算程序来增加挑战性。

5. 教材修订对学生数学学习的影响

5.1. 促进知识建构

2024 版教材采用更加系统的结构和层层递进的呈现方式, 在“感悟与理解”环节, 学生能够按照给定的运算规则发现规律, 获得初步体验; 在“设计与交流”环节, 在已有体验基础上尝试自主设计, 并用文字和流程图表达, 这是对知识的深化运用; 在“反思与拓展”环节, 学生将通过查阅资料、结合计算机程序等, 将知识进一步拓展延伸。这种逐步深入的过程, 帮助学生更好地理解运算程序的设计思路和逻辑关系, 促进学生对数学知识的建构。

5.2. 培养创新能力

2024 版教材“设计与交流”环节不限制数字位数, 给学生提供了巨大的创新空间。学生在设计时,

需要思考运算规则的组合、结果的循环性等，这个过程中会不断尝试、调整，充分发挥想象力和创造力，进而提升创新能力。比如有的学生设计出“任意取一位正整数，乘 2 后取个位数字”的运算程序，也有的学生设计出前面提到的较为复杂些的程序，体现了不同学生的创新思维。

5.3. 提升综合素养

2024 版教材通过要求学生用文字语言和流程图表达运算程序，培养了学生的表达能力和逻辑思维能力；通过小组交流和验证活动，培养了学生的合作能力和沟通能力；通过引导学生思考循环现象的原因以及编写计算机程序，培养了学生的探究能力和信息技术应用能力，综合素养得到全面提升。

6. 新教材可能带来的潜在问题与挑战

6.1. 对教师能力要求提高

新教材涉及流程图绘制、计算机程序编写等内容，部分教师可能缺乏相关知识和技能，需要额外学习才能有效指导学生。

6.2. 学生基础差异导致学习效果分化

“设计与交流”环节，对于信息技术基础薄弱的学生，在运用流程图和编写计算机程序时可能遇到困难，影响学习积极性，而基础好的学生则能快速适应，导致学习效果差距加大。

6.3. 教学时间分配难题

新教材“综合实践”内容更丰富，活动环节更多。在有限的课时内，如何合理安排时间，保证每个环节都能有效开展，对教师是一大挑战。

6.4. 内容与生活实际关联不足

新教材虽强调跨学科融合(如结合信息技术)，但在运算程序设计的实际应用场景引导上仍较薄弱。例如，教材未充分结合生活中常见的密码生成、数据统计分析等真实问题，导致学生设计的运算程序多停留在纯数字游戏层面，难以理解其在生活中的实际价值，可能削弱学习的现实意义感。部分学生在学习报告中虽提到希望“联系生活”，但教材本身缺乏具体生活情境的支撑，使得学生的创新设计与生活需求存在脱节。

7. 教学启示

7.1. 加强教师培训，应对教材变化

针对 2024 版教材新增的流程图、计算机程序编写等内容，学校应组织专项培训，提升教师相关知识和技能。教师自身也要主动学习，确保能顺利指导学生开展“感悟与理解”中流程图绘制、“反思与拓展”中计算机程序编写等活动，以适应教材结构和内容的变化。

7.2. 分层引导教学，关注个体差异

考虑到学生在创新能力和知识基础上的差异，在“设计与交流”环节，对创新能力较弱的学生，教师可提供一些简单的运算规则作为参考，引导他们逐步尝试设计；对能力较强的学生，鼓励他们大胆创新，设计更具特色的程序。在信息技术应用方面，可以为基础薄弱的学生提供单独辅导，帮助他们掌握流程图绘制和简单程序编写，缩小学习差距。

7.3. 优化时间管理，保障教学效果

根据 2024 版教材系统化的结构，合理规划各环节时间。“感悟与理解”环节注重让学生扎实掌握基础运算程序，可适当多分配时间；“设计与交流”环节给予学生充分的思考和交流时间，但要做好引导，避免浪费时间；“反思与拓展”环节可根据学生实际情况灵活调整，确保每个环节都能达到预期效果，让学生在实践中提升综合素养。

7.4. 联系生活实际，拓展应用空间

数学来源于生活，并应用于生活。在教学中，教师应注重将数学综合实践活动与生活实际相结合，引导学生从生活中发现数学问题，运用所学的数学知识和方法解决生活中的实际问题。例如，在设计运算程序时，可以引导学生思考如何将运算程序应用于生活中的数据处理、密码设置等实际问题；在分析循环现象时，可以引导学生联系生活中的循环现象，如四季更替、昼夜循环等，从而激发学生的学习兴趣，感悟数学与生活的密切联系。

8. 结论

2024 版北师大数学教材在内容结构、呈现方式和思维导向上都有了明显的改进和优化，更加符合学生的认知规律和数学核心素养的培养要求。通过对新旧版教材的对比分析和学生学习报告的案例研究，我们可以看出教材修订对学生数学学习产生了积极的影响，有助于促进学生的知识建构、培养学生的创新能力和提升学生的综合素养。

在教学实践中，教师应充分把握教材变化，及时调整教学策略，注重思维引导，加强实践操作，联系生活实际，为学生提供更好的数学教育。同时，教师应不断反思和总结教学经验，根据学生的实际情况和教学需求，对教学内容和方法进行调整和创新，以更好地适应数学教育改革的发展趋势。

参考文献

- [1] 郭玉峰, 李凯, 王嵘. 聚焦“综合与实践”以及“数学联系”——第三届“中学数学课程与教材国际研讨会”综述[J]. 数学通报, 2024, 63(12): 1-4+50.
- [2] 张波. 初中数学跨学科教学实践与思考[J]. 吉林教育, 2025(21): 91-93.
- [3] 马晓丹. APOS 理论探索的反思与超越[J]. 教学与管理, 2020(33): 74-77.
- [4] 周炳忠. 课题学习“设计自己的运算程序”教学几点体会[J]. 考试与评价, 2013(8): 39-40.