

促进学生问题解决能力发展的 初中数学教科书评价指标体系建构^{*}

裴晨宇 章 飞

摘要：培养中小学生学习问题解决能力的重要性已成为国际趋势，提高问题解决能力为学生日后参与社会生活和终身学习奠定重要基础。基于文献分析和教科书比较，运用德尔菲法进行专家咨询，建构了包括“课程内容规划”、“过程性引导”和“非智力因素”3个一级指标和10个二级指标的促进学生问题解决能力发展的初中数学教科书评价指标体系。

关键词：问题解决能力；教科书；初中数学

中图分类号：G634 **文献标志码：**A **文章编号：**1673-9094(2025)04-0036-06

一、研究背景

21世纪教育战略提出重点培养学生的问题解决能力和创造性思维，这一主张得到了许多国家数学教育界的认同^[1]。美国、加拿大、英国、法国、日本等国家在数学、科学等课程标准中都提出培养学生的问题解决能力，有明确的问题解决能力培养目标和标准，在教科书编排中也有问题解决主题的相关内容。2020年以来，新加坡颁布并实施了新的中小学数学教学大纲，强调数学课程的中心是发展数学问题解决能力，并逐年编写和出版了与之配套的数学教材。这些教材在栏目上有一些新的变化，比如初中《新

发现数学》教材将《问题解决过程和启发式》这个栏目的名称改为《问题解决任务》^[2]。

我国的课程改革也体现出对于问题解决能力发展的逐步重视。将我国多版义务教育数学课程标准相比较，发现在总目标中对问题解决能力培养的要求逐渐明确。《义务教育数学课程标准（2011年版）》在总目标中明确了“四能”的培养^[3]。《义务教育数学课程标准（2022年版）》沿用了“四能”，以核心素养为导向对其提出了更高要求：要引导学生在发现问题、提出问题的同时，会用数学的眼光观察现实世界；在分析问题的同时，会用数学的思维思考现实世界；在用数学方法解决问题的过程中，会用数学的语言

^{*} 本文系江苏省教育科学“十四五”规划2024年度重点课题“新时代师范生教师专业素养发展的UIGS协作体系建构与实践研究”（B-b/2024/01/94）的研究成果。

收稿日期：2025-02-17

作者简介：裴晨宇，南京师范大学教师教育学院、江苏第二师范学院联合培养硕士研究生；章飞（通信作者），江苏第二师范学院课程与教学研究所教授，硕士研究生导师，北师大版初中数学教科书副主编，研究方向为课程与教学论。



表达现实世界^[4]。培养中小学生学习问题解决能力的重要性已成为国际趋势。

中共中央、国务院印发的《教育强国建设规划纲要（2024—2035年）》提出，要打造培根铸魂、启智增慧的高质量教材，推出“中国系列”原创教材，打造自主教材体系，从而塑造立德树人新格局，培养担当民族复兴大任的时代新人^[5]。作为学生学习最主要载体的教科书，自然应关注学生问题解决能力的发展。但对于现有教科书如何促进学生问题解决能力发展尚少有深入的研究。为此，有必要从促进学生问题解决能力的视角建构教科书评价指标体系，并通过对根据2022年版义务教育数学课程标准编写的各版本初中数学教科书的评价以检测教科书的质量，为高质量教科书的编制提供科学依据，从而指导教科书的编写。本文研究重点即为评价指标体系的建构。

二、研究设计

（一）评价指标体系的初步研制

为使拟定的教科书评价指标体系科学、合理，首先需要建立一个教科书评价的基本框架，便于后期开展专家咨询。为此，前期对国内外初中数学教科书进行了文本分析，并结合数学问题解决能力的相关研究，归纳出教科书在发展学生问题解决能力方面的影响因素，以探寻教科书促进学生问题解决能力发展的机制，总结出促进学生问题解决能力发展的初中数学教科书评价框架的指标体系。

初步研制的评价指标体系的一级指标包括三个方面。一是课程内容规划。教科书促进学生问题解决能力的发展，首先需要有明确的规划并能让师生感受到，因此，该指标关注教科书是否从整体上对问题解决能力的培养进行了课程内容的规划。二是过程性引导。学生问题解决能力的提升，需要适当的教学引导，作为学生学习载体的教科书同样应外显这样的教学引导。

因此，该指标关注教科书中问题解决实例的过程性引导特征及水平。三是非智力因素。问题解决是人类复杂的心理活动，情意等非智力因素同样是影响学生问题解决能力发展的重要因素，因此，本指标关注教科书是否正向地促进学生非智力因素的发展。对三个一级指标进一步细化分解出若干二级指标。

（二）基于专家咨询的指标体系完善

专家咨询可以进一步保证评价指标体系的专业性与科学性，因此，编制了专家咨询问卷。考虑到教科书评价的专业要求较高，精心挑选了10位中学数学教育专业领域的专家，其中8位专家参与了2024版初中数学教材的编写工作，另2位专家来自中学教学一线并对教材建设有深入的研究，这样确保了专家的专业领域相关度，咨询结果可信。10位专家均认真完成了咨询问卷，结果表明：专家对3个一级指标均表示认同；对细化的二级指标及其水平划分等，专家们结合自身的经验提出了若干具体意见和修改建议。结合专家的意见和建议，对初步建立的促进学生问题解决能力发展的初中数学教科书评价指标体系作出了部分修改，最终形成了评价指标体系。

三、评价指标体系

教科书促进学生问题解决能力发展的评价，包括3个一级指标：课程内容规划、过程性引导、非智力因素。

（一）课程内容规划

教科书对培养学生问题解决能力作出整体的规划。首先，需要目标的引领，明确的目标可以引领学生学习和能力发展的方向；其次，需要有清晰的路径，路径的清晰程度以及层次性直接影响着学生问题解决能力发展的实际成效；再次，要关注具体问题解决实例的质和量，数量的多少一定程度上体现着教科书对发展学生问题解决能力的关注度，而质量的高低则体现着



教科书促进学生问题解决能力发展的水平;最后,还应关注能力发展的全面性,要全面发展学生的“四能”。综上,在一级指标“课程内容规划”下设了“目标的明确性”“路径的清晰性”“实例的丰富性”“能力的全面性”4个二级指标,它们依次关注了“方向有没有”“方式显不显”“实例多不多”“能力全不全”4个方面。

1. 目标的明确性

明确的目标具有重要的导向作用,显化的目标表达有利于学生感受到问题解决能力的重要性和具体要求,有利于形成学习的心向,使学习活动围绕着目标展开。通过多版教科书的分析和比较,拟从教科书中培养目标的有无、培养目标的清晰性和一般性等角度评价教科书问题解决能力发展目标的明确性水平。具体评价量表见表1。

表1 目标的明确性评价表

一级指标	二级指标	维度说明	分值
课程内容规划	目标的明确性	对问题解决能力的培养有整体目标,并细化了具体目标	3
		对问题解决能力的培养缺乏整体目标,但提出了若干具体目标	2
		仅对解决的问题提出了具体的结果性目标	1
		缺乏问题解决能力培养目标	0

2. 路径的清晰性

目标的达成依托具体的培养路径,大到问题解决的专题栏目、数学阅读、数学实验以及数学综合实践活动,小到正文中的具体问题解决实例、例题、课堂练习以及课后练习,这些都是培养问题解决能力的主要方式,选取哪些方式以及如何规划这些方式的存在形式则体现了培养路径的清晰性。

本指标关注培养路径及其外显方式。问题解决能力的发展离不开具体的实例,但仅有实例还是不够的,需要通过其他方式外化问题

解决过程中的思想方法和策略等。因此,多数教科书通过阅读材料等方式外显问题解决的策略,部分教科书还会专门设计问题解决的专题,引导学生习得有关策略。基于教科书相关内容的比较与分析,确立了评价量表(见表2)。

表2 路径的清晰性评价表

一级指标	二级指标	维度说明	分值
课程内容规划	路径的清晰性	具有问题解决的专题,配以丰富的实例,并结合数学阅读、综合实践活动等体现整体规划	3
		以实例为主,并结合数学阅读、综合实践活动等外化培养路径	2
		以实例为主	1
		缺乏培养路径	0

3. 实例的丰富性

问题解决的实例承载着能力培养的任务,因此,实例的数量是否充足、实例的质量是否优良影响着问题解决能力的培养。

作为学习载体的教科书,其中多数问题均为常规性问题,具有相应的解题模式,但对于学生而言,这些问题毕竟是新的学习内容,具有一定的挑战性和发展性。学习过程中学生仍需经过观察、猜想、实验、探究等过程才能获得相应问题的解决方法,形成数学经验。教科书中问题多呈现于新知引入、例题、课堂练习以及课后习题环节,其中,新知引入、例题环节含有问题解决的分析,课堂练习和课后习题少有分析,但是仍然关注了学生问题解决能力的发展。因此,本框架在评价实例的丰富性这一维度时,分析单元包括新知引入、例题、课堂练习以及课后习题环节,问题解决实例则指其中直接指向问题解决的分析单元,实例分布的百分比指实例的个数在分析单元个数中的占比。

统计现行教科书中各领域分析单元及其实例数量发现,统计与概率领域中问题解决实例占比几近100%,图形与几何、数与代数领域问题解决实例占比在50%左右。结合教科书的已



有特征并考虑未来的发展空间,确立了评价量表(见表3)。

表3 实例的丰富性评价表

一级指标	二级指标	维度说明	分值
课程内容规划	实例的丰富性	达到总分析单元的60%以上	3
		达到总分析单元的40%~60%	2
		达到总分析单元的20%~40%	1
		达到总分析单元的20%以下	0

4. 能力的全面性

问题解决能力包括发现问题、提出问题、分析问题和解决问题的能力。由于提出问题是发现问题的外化与表达,两者联系较为紧密,因此,在实践层面对这两者多不进行严格的区分^[6],可将两者合并为“发现、提出问题”;问题的解决伴随着问题分析的过程,将分析问题和解决问题合并为“分析、解决问题”。

教科书中涉及的问题解决实例主要关注解决问题的能力,在评价过程中认为每一个问题解决实例都体现了分析、解决问题能力的培养。问题解决能力的全面性主要聚焦于问题解决的过程中是否关注了促进发现、提出问题能力的发展,即通过含有发现问题、提出问题能力培养的实例在所有问题解决实例中的占比来评价能力的全面性。

查阅文献发现,部分研究者在小学数学教科书问题提出的领域已经展开了较为成熟的研究。如胡典顺等研究3个版本小学数学教科书中问题提出数量及其占总问题数的百分比,发现:比较人民教育出版社出版的义务教育课程标准实验教科书(PEP教材)、北京师范大学出版社出版的义务教育课程标准实验教科书(BNU教材)以及在美国使用比较广泛的由芝加哥大学数学项目研发、2012年印刷的修订后的第三版小学数学教材(UCSMP教材),从数量上看,三个版本教科书问题提出的总量差别不大,均为30个左右。但由于三个版本教科书中的总问题数不同,进一步考察问题提出的占比发现,3个版本教科书中问题提出数占总问题数的百分

比分别是PEP教材为3.59%,BNU教材为4.04%,UCSMP教材为1.75%^[7]。结合专家意见以及现有的研究文献,笔者认为在现有的教科书设计状态下,发现、提出问题在总问题实例中的占比能够达到5%则相对较好,但是从学生未来的发展和社会未来的需求考虑,更高的要求利于发展学生的问题解决能力,比例达到10%相对来说会是未来的理想状态。综上所述,确立了评价量表(见表4)。

表4 能力的全面性评价表

一级指标	二级指标	维度说明	分值
课程内容规划	能力的全面性	发现、提出问题达到10%	3
		发现、提出问题达到5%	2
		发现、提出问题达到3%	1
		发现、提出问题达到1%	0

(二) 过程性引导

美国著名数学家乔治·波利亚将问题解决的过程分为理解问题、拟订计划、执行计划、回顾反思四个阶段,每个阶段都给出了相应的策略与方法。但是,教科书中执行计划的部分多数直接呈现执行过程,或是隐藏执行过程,将其留予教学中展开,难得在此部分看到教科书所作出的指导成分,因此过程性引导中不再考查执行计划这一环节。基于以上的讨论,在一级指标“过程性引导”下设“理解问题”“拟订计划”“回顾反思”指标。

引导语引导程度的不同影响着学生问题解决能力的发展。更上位的引导语应具有一般性,因此,在理解问题、拟订计划、回顾反思3个环节都以是否有引导语以及引导语的一般化程度作为对引导水平划分的依据。最高水平的引导语,应体现具有一般性的视角和方法的引导,从而有利于学生的学习迁移。根据具体的情境给予具有指向性的引导,可帮助学生针对具体问题进行分析,能够积累一定的问题解决活动经验。但这种引导语毕竟是针对具体情境给出的,缺乏一般性,可作为第二层级的水平。直接揭示思维结果的引导语则让学生缺少思考的



空间,不利于学生问题解决能力的发展,因此,指导意义的引导语。基于上述分析,形成评价作为第三层次的水平。最后一个层级则为缺乏量表(见表5)。

表5 过程性引导评价表

一级指标	二级指标	维度说明	分值
过程性引导	理解问题	引导语指向理解问题条件和结论的一般视角和一般方法,引导学生理解具体问题的同时能够培养学生理解一般问题的策略	3
		引导语指向具体问题中的条件和结论,能够引导学生梳理问题中的关键信息、表征信息	2
		引导语直接展示问题中的关键信息或直接呈现背景中的数学问题	1
		引导语累赘或缺乏指导意义	0
	拟订计划	引导语指向发现条件和结论之间的关系以及获得解决方案的一般视角,引导学生拟订计划的同时培养学生一般问题解决的策略	3
		引导语指向具体问题中条件和结论之间的关系,通过引入辅助的元素等引导学生思考问题解决的方法和思路	2
		引导语仅帮助学生拟订并呈现问题解决的方案	1
		引导语累赘或缺乏指导意义	0
	回顾反思	引导语指向问题回顾反思的一般视角,引导学生多维度地进行回顾反思,如对问题解决的结果、过程、方法进行回顾反思,对问题进行变式拓展	3
		引导语指向具体问题的回顾反思,引导学生从某个角度进行单一的回顾和反思	2
		仅针对具体的问题直接给出结论的讨论或验证	1
		引导语累赘或缺乏指导意义	0

(三)非智力因素

舍费尔德进一步细化和扩展了波利亚的研究,提出了数学问题解决思维能力的4个要素:知识与经验,表征与探索,监控与调节,情感与信念。4个要素中包含了非智力因素。许多研究都指出非智力因素是影响问题解决过程的重要因素,并且结合具体的实验环境对各种非智力因素展开研究。非智力因素是在改造客观世界过程中,由人的意向活动逐步形成的一系列稳定的心理特点或因素,非智力因素是智力因素以外的一切心理因素,由动机、兴趣、感情、意志与性格等心理因素构成^[8]。初中生数学问题解决能力是在个体自身与环境的相互作用中完成的,因此除了影响初中生数学问题解决的智力因素外,还有非智力因素。

考虑到教科书难以通过问题解决的过程显化情感、性格等方面的培养,不将两者纳入评价指标的选择范畴。学习动机的产生往往伴随着学习兴趣的激发,学习兴趣的激发也会引起学习的动机,兴趣和动机彼此相关,将两者合并为“兴趣动机”。经历问题解决的过程,让学生养成良

好的数学学习习惯,反作用于问题解决能力的培养,“学习习惯”是重要的评价维度。区别于陈述性和程序化的知识,在问题解决的过程中,学生往往面临困难,需要保持坚韧的意志才能逐步解决问题,“意志品质”是评价的第三维度。综上,结合数学学科的特点,选择兴趣动机、学习习惯、意志品质3个非智力因素作为主要方面,对于每个实例展开评价,统计并分析在非智力因素各方面达到的水平,从而对整本教科书在非智力因素方面的关注和培养作出评价,评价量表见表6。

四、研究反思

影响学生问题解决能力发展的因素很多,除了教科书本身的文本要求之外,教师的教学方式、学生的学情差异等都直接影响着学生问题解决能力发展的水平。但作为学生学习的最主要载体,教科书的作用毋庸置疑。在文献研究、教科书分析以及专家咨询的基础上,构建了相对全面、系统地评价教科书促进学生问题解决能力发展水平的评价指标体系,并已经运用该指标体系对部分2024版七年级上册新教材进行了预评价。



表 6 非智力因素评价表

一级指标	二级指标	三级指标	维度说明	赋值
非智力因素	兴趣动机	问题背景	问题背景贴近学生的认知规律或生活实际,可以激发学生的认知冲突和求知欲,能够激发学生探究的兴趣和动机	A
			问题背景缺乏与学生生活实际的联系,问题缺乏挑战性,难以激发学生的探究兴趣和动机	B
		引导互动	引导语体现交互性(如贴合学生心理的连续提问或者多维度引导)	A
			引导语缺乏交互性	B
		呈现方式	呈现方式贴合相应年龄学生的认知规律,表达清晰自然	A
			呈现方式未能贴合相应年龄学生的认知规律	B
	学习习惯	探究	注重对学生探究过程的引导	A
			缺乏对学生探究过程的引导	B
		表达	注重引导学生对研究过程和结论的表达	A
			缺乏对学生研究过程和结论的表达的引导	B
		反思	引导学生回顾反思、检验结果,包括具体问题的解决过程,也包括对于问题解决本身的反思	A
			缺乏反思的引导	B
	意志品质	问题的挑战性	问题具有开放性、挑战性,可以让不同的学生在自己的能力范围内进行充分思考	A
			问题缺乏挑战性,仅进行技能的训练	B
		语言的激励性	语言具有激励性,引导学生克服困难	A
			缺乏语言的激励	B

预评价实践表明,该框架具有较好的操作性和可靠性,通过评价也发现了新教材在促进学生问题解决能力发展方面存在的差异。当然,框架的合理性、科学性还需要更多的评价实践加以检验。因此,后期拟继续开展下面3个方面的工作:一是利用该框架进行更加广泛的教材评价研究,在评价中检验与完善该评价框架。二是通过更广泛的教科书评价,获取教科书促进学生问题解决能力发展的策略建议,为后续教科书的修订提供指导。三是开展学生能力发展调研,审视教科书评价结果与教学实践的一致程度以及存在差异的原因,以期对相应版本教科书使用提出具体的建议。

教科书评价是一项综合工程,本研究从促进问题解决能力发展这一视角进行了评价指标体系建构,希望这一研究能为教科书评价和对比研究提供一些启示。

参考文献:

[1]周满生,陆瑜.聚焦21世纪人才基本技能培养——

美国政策转换与实践[J].北京大学教育评论,2009(2):110-117+191.

[2]贺李,张春莉.新加坡数学问题解决教学的设计研究及其启示[J].数学教育学报,2024,33(2):84-89+97.

[3]中华人民共和国教育部.义务教育数学课程标准(2011年版)[M].北京:北京师范大学出版社,2012:8.

[4]中华人民共和国教育部.义务教育数学课程标准(2022年版)[M].北京:北京师范大学出版社,2022:5-6.

[5]中共中央 国务院印发《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》[EB/OL].(2025-01-19)[2025-02-12].
http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1778/202501/t20250119_1176193.html.

[6]章飞,顾继玲,赵晓燕,等.促进学生问题解决能力发展的初中数学教科书设计[J].数学通报,2024,63(3):16-21.

[7]胡典顺,薛亚乔,王明巧.中国和美国小学数学教材中问题提出的比较研究[J].数学教育学报,2016,25(4):37-41.

[8]燕国材.非智力因素与教育改革[J].课程·教材·教法,2014,34(7):3-9.

责任编辑:石萍

