

学科实践标准的确定及其教学意义

——以小学数学学科为例

马云鹏

摘要:《义务教育课程方案(2022年版)》提出“加强学科实践”,理解学科实践的含义、建构学科实践标准成为引起重视的话题。梳理国际上学科实践问题的论述,分析数学和科学学科对于学科实践研究的沿革与特征,明确学科实践是关于学科教学的取向与准则,学科实践问题的研究重点是探讨建立学科实践标准。以数学学科为例,从理论依据、学科本质、本土经验和国际研究等方面考虑建构学科实践标准,形成6条数学实践标准,即重视“双基”教学、提升问题解决能力、发展数学基本思想、持续探究与交流、建立关联与结构、形成积极态度和良好品德。

关键词: 学科实践; 学科实践标准; 数学实践标准

中图分类号: G623.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0186(2026)04-0088-09

《义务教育课程方案(2022年版)》提出,“强化学科实践。注重‘做中学’,引导学生参与学科探究活动,经历发现问题、解决问题、建构知识、运用知识的过程,体会学科思想方法”^[1]。如何理解学科实践,学科实践与学科教学的关系怎样,是需要认真研究和思考的问题。近年来,一些学者对学科实践的内涵、价值和意义等进行了研究,认为学科实践是一种学习方式,“是指具有学科意蕴的典型实践,即学科专业共同体怀着共享的愿景与价值观,运用该学科的概念、思想与工具,整合心理过程与操控技能,解决真实情境中的问题的一套典型做法”^[2]“学科实践是以知识学习为基础,以复杂学习情境和高阶思维参与为基本特征,指向学科问题解决的多维实践学习活动,由此实现知识理解、知识运用与知识转化的一种学科学习方式”^[3]“将学科理解为‘一组实践’是学科教育的新进展”^[4]^[73]“相对于

坐而论道,学科实践则注重‘做事’,强调做中学和用中学”^[4]^[74]。这些研究对于我们理解学科实践有启发,也促使我们深入研究学科实践问题。如何准确理解学科实践?其基本含义是什么?学科实践是否只是学科与实践的关系?为了回答这些问题,需要进一步梳理学科实践的内涵,将其与具体的学科课程与教学建立关联。应当立足我国教育的传统和多年的改革实践,依据学科育人的理念,借鉴国际课程教学改革的经验,理解学科实践的意义,建构具有中国特色的学科实践标准,以期引导我国的基础教育课程与教学改革。“一个民族、一个国家越是在生产技术活动中的知识生产上处于领先地位,那么这个民族、这个国家就越是走在世界历史进程的前列。”^[5]对于学科实践也需要建立中国的话语,明确我们需要什么样的学科实践,有怎样的学科实践标准。在我国,数学学科的发展历来倍受关

基金项目: 教育部哲学社会科学研究2022年度重大课题攻关项目“‘双减’背景下基础教育课堂形态与高质量发展研究”(22JZD047)。

作者简介: 马云鹏,东北师范大学教育学部教授(长春 130024)。

注，基础教育阶段的数学在国际上取得令人瞩目的成绩。基于多年数学教育实践的探索，总结优秀数学教学改革实践经验，借鉴国际数学教育研究的成果，尝试建立具有中国特色的数学学科实践标准很有必要。

一、学科实践的理解

准确理解学科实践的含义是开展学科实践研究、建构学科实践标准的前提。基于相关文献的研究，笔者认为，学科实践是关于如何开展特定学科教学的指引与方向，是多年实践形成的反映学科本质特征、体现学生学习特点、蕴含学科育人追求的关于学科教学普遍认可的教学取向和行为规范。

学科实践概念最早可以追溯到1989年美国数学教师理事会颁布的《美国学校数学课程与评价标准》。该标准针对K-12年级提出13条课程标准，其中前4条标准是作为解决问题的数学、作为交流的数学、作为推理的数学、数学的联

系，贯穿整个K-12年级都是这4条；后面的9条标准是数学内容标准，如K-4年级为估算、数的意义和计数法、整数运算的概念、整数的计算、几何和空间观念、测量、统计和概率、分数和小数、模式和关系。^[6]前4条可以理解为有关数学教学的实践标准，并在后来的相关文件中有所发展。2000年的《美国学校数学教育的原则和标准》^[7]和2010年的《美国州际核心数学课程标准：历史、内容和实施》^[8]对数学学科实践有进一步明确的表述。2001年美国国家研究协会的报告《齐心协力：帮助儿童学好数学》对数学能力或数学熟练程度（proficiencies）有5条描述，基本是数学学科实践的表述。^[9]2012年美国国家研究协会在《K-12科学教育框架：实践、跨学科概念与核心观念》中提出科学与工程实践，包括8条科学教学实践标准。^[10]加拿大不列颠哥伦比亚省2019年数学课程标准《数学K-9：课程能力》中提出4条学科实践标准。^[11]这些关于学科实践的描述详见表1。

表1 学科实践标准有代表性的表述

时间	来源	学科实践标准（数学、科学）
1989年	《美国学校数学课程与评价标准》 ^[6]	①作为解决问题的数学；②作为交流的数学；③作为推理的数学；④数学的联系
2000年	《美国学校数学教育的原则和标准》 ^[7]	①问题解决；②推理与证明；③交流；④关联；⑤表征
2001年	美国国家研究协会的报告《齐心协力：帮助儿童学好数学》 ^[9]	①概念的理解；②程序的熟练；③策略性能力；④适应性推理；⑤积极的取向
2010年	《美国州际核心数学课程标准：历史、内容和实施》 ^[8]	①理解问题并能坚持不懈地解决问题；②抽象化、量化地进行推理；③建构可行的论证，评判他人的推理；④数学建模；⑤合理使用恰当的工具；⑥关注准确性；⑦寻求并使用结构；⑧在不断的推理中寻求并表征规律
2012年	美国国家研究协会的报告《K-12科学教育框架：实践、跨学科概念与核心观念》 ^[10]	①发现和提出科学问题；②建构与运用模型；③设计和实施调查（方案）；④分析和解释数据；⑤运用数学和计算思维；⑥建构解释（关于科学）和设计解决方案（关于工程）；⑦参与循环讨论；⑧结果、评价和交流信息
2019年	加拿大不列颠哥伦比亚省的《数学K-9：课程能力》 ^[11]	①推理与分析；②理解与问题解决；③交流与表征；④联系与反思

可见，从1998年开始为规范和指引数学学科的教学活动，从开始的关于如何引导和期望学

生的数学学习活动，到后来区分内容标准和过程标准，最终发展为“数学实践标准”，都是涉及

提倡什么样的数学教学活动，建立怎样的与数学教与学相关的规范和标准^①。将 1989 年以来数学和科学学科关于学科实践的表达进行梳理（见表 1），不难发现其基本特征是针对数学或科学的学习过程应当重点关注的问题，如数学学习中的推理、问题解决、概念的理解、程序的熟练等，科学学习中的发现和提出问题、建构和运用模型、设计解决方案等。从以上分析了解到，学科实践作为学科教学活动的一种表述，人们关心的是学科教学的取向和提倡什么样的学科教学。学科实践标准即为学科教育工作者提供恰当的学科教学活动的取向和行为准则。

学科教学活动是针对学科中的学习主题设计和组织的实践活动，也可称之为学科实践。在数学课程标准中称作“数学实践”，在科学教育框架中称作“科学与工程实践”。从这个意义上讲，学科实践可以理解为学校教师针对特定学科为学生设计和组织的学习过程和指向素养发展的学科教学活动。对于课程与教学研究而言，重要的是厘清开展什么样的学科实践活动，其取向和方式怎样。学科实践问题的本质是学科教师设计和组织教学活动应遵循的一般准则，也可以称其为学科教学标准。简单地用通常所用话语来讲，学科实践标准相当于课程标准或教学大纲中学科教学建议或要求的升级版。因此，对学科实践的研究重点是理解应当提倡什么样的学科教学，用学科实践标准规范和引领学科教学。我国历年基础教育各学科教学大纲和课程标准都有对教师的教学建议，或教学中应注意的问题等，只是没有作为教学要求，更没有制定学科教学标准。

^① 值得注意的是，《美国国际核心数学课程标准：历史、内容和实施》（2010）和美国国家研究协会的报告《齐心协力：帮助儿童学好数学》（2001）都用了 proficiencies 这个词，前者认为数学实践标准建立在对数学的“过程与能力”（processes and proficiencies）长期理解和研究之上，后者强调帮助儿童学好数学就要促进数学能力（mathematical proficiencies）的发展。后者对数学能力（mathematical proficiencies）的理解是：在对认知心理学、数学教育研究的基础上，基于多年形成的数学教与学的经验理解数学学习的本质，以及当今人们所需要的数学知识、理解和能力，对什么是真正意义的数学学习作出判断，认为没有一个恰当的词可以涵盖数学的经验、素养、知识和技能等各个方面含义，因而选择了数学能力（mathematical proficiency）这个词描述成功地学习数学的人的特征。数学“能力”包括五个方面：概念的理解（conceptual understanding），程序的熟练（procedural fluency），策略性能力（strategic competence），适应性推理（adaptive reasoning），积极的取向（productive disposition）。^[9]在现有的文献中对“mathematical proficiencies”有不同的翻译，包括数学的熟练度、数学能力、数学掌握等。认真分析可以发现，《齐心协力：帮助儿童学好数学》（2001）中数学学习五个方面的特征和《美国国际核心数学课程标准：历史、内容和实施》（2010）中 8 条“数学实践标准”都是对什么样的数学教与学的活动的阐述。因此，对学科实践标准应当广义地理解为设计和组织什么样的教学活动有助于促进学生真正的学科学习的发生。数学实践标准即可以理解为促进学生发展的数学教学标准。

二、学科实践标准的建构路径

学科实践标准是描述学科教师如何设计和组织学科教学活动的准则和取向，进而指导教师开展学科教学设计与实施。学科实践标准的建构需要一个过程，是在学科课程教学改革不断发展的历程中，对学科教育的育人价值、学科课程理念与目标、学科教学的传统与现实、社会进步对学科教育的要求等方面不断总结和提炼形成的。从美国数学和科学课程学科实践标准提出的过程可见一斑，数学实践标准从 1989 年《美国学校数学课程与评价标准》中较为含糊的表述，到 2010 年明确提出数学实践标准，经历了 20 年的探索，其间至少吸取了 20 世纪以来关于教育、课程和数学教育改革的理论和经验，如杜威（Dewey）的做中学、布鲁纳（Bruner）的结构主义、新数学运动、弗赖登塔尔（Freudenthal）的数学化思想等。建构具有中国特色的学科实践标准，基本的思路包括基于学科实践的理解和形成过程的考察，总结我国基础教育学科课程与教学改革的经验，融合中西方教育的传统和理念，适应新时代人才培养的现实需求。下面以数学学科为例，提出数学实践标准建构的设想。

（一）遵循先进的教育理念与模式

学科教育是基础教育体系的重要组成部分，学科实践标准应与时代发展对人才培养的需求相适应，依据先进的教育理念，建构引领教师设计与组织有效教学活动的学科实践标准，促进学生素养的形成和发展。如果从现代课程与教学研究的视角梳理与学科教学相关的教育理念与模式，至少可以从赫尔巴特（Herbart）的教学理论，

博比特 (Bobbitt)、泰勒 (Tyler) 的课程理论, 杜威、布鲁纳、加涅 (Gagné)、皮亚杰 (Piaget)、赞可夫 (Zankov) 等的教育与心理理论梳理。人本主义、建构主义、多元智能、结构主义等教育理论对学科教学的改革与发展都产生影响。进入 21 世纪以来, 学科核心素养的提出与发展, 学习进阶的研究与实践, 深度学习、大观念统领的单元教学等教学理念与模式都不同程度地体现在学科实践之中。党的十八大以来提出的立德树人、学科育人等理念也成为学科教学研究的基本依据。我们无意梳理不同教育理念与模式在学科实践标准建构中的作用, 况且不同学科、不同主题的学科实践遵循的理念与模式会有差异。需要思考的是, 如何在建构学科实践标准时将相关的教育教学理念融入其中, 同时考虑将其本土化, 吸收我国古代和近现代重要教育理念, 如“学思结合”“教学相长”“启发式教学”等。学科实践标准还应吸收相关学科教育的理论, 对于数学学科, 借鉴经典的关于数学学习的理论, 如弗赖登塔尔注重数学学习中的数学化, 认为数学学习是一个再创造的过程, “通过再创造获得的知识与能力要比以被动方式获得者, 理解得更好也更容易保持”^[12]; 波利亚 (Pólya) 关于问题解决与合情推理的思想与方法。

(二) 体现学科本质与学生学习特征

学科实践标准是关于特定学科教学活动的准则, 学科教学实践都是以特定学科内容为载体, 通过特定学科内容完成学科育人目标的。充分理解学科的本质特征、学科内容的结构特征, 以及特定学科对于学生发展的价值与功能, 是制定学科实践标准的重要因素。

数学是研究现实世界数量关系和空间形式的科学。数学具有抽象性、严谨性和广泛的应用性, 数学内容之间具有关联密切的结构特征, 不同领域和主题具有相对完整的结构体系, 同一主题的内容具有密切的关联, 体现数学的基本思想和学科大观念。如“数与运算”主题中, 数是数量的抽象, 以符号和计数单位为基本特征, 数的计算是基于数和运算的意义, 以运算律为依据通过推理得出结果。对于该主题内容的学习, 要理

解掌握整数、分数、有理数等不同数的意义和表达, 以及针对不同数进行四则运算的算理和算法。同时要使学生从整体上了解数与运算的关系, 以及不同的数表达上的一致性和不同运算之间算理的一致性。整体把握数学内容结构, 关注数学内容之间的关联, 使学生在理解掌握知识技能的同时, 形成数学基本思想。数学基本思想主要包括抽象、推理和建模, 对于数学学科“有利于真正理解、有利于独立思考、有利于获取真正知识”的数学教育, “是突出数学基本思想的数学教育”^[13]。因此, 关注数学知识结构, 注重数学基本思想的形成和发展, 应当成为建构数学实践标准时重点考量的因素。

教学活动的直接目的是引起学生真正的学习。学科实践是为学生设计和实施的针对特定学科内容的学习活动, 学科实践标准的制定要充分考虑学生是如何学习的, 特别是学生是如何学习特定学科的, 关注学生在学习特定学科时经历的过程和获得的发展。学习心理学理论关于学生如何学习, 以及如何引导学生真正的学习发生的机制、原则与方法, 无疑是制定学科实践标准的重要来源。学习心理学关于建立学生的认知结构, 学习中的迁移原则、儿童学习过程中的“同化”与“顺应”规律, 学生的先在知识与方法在当前学习中的作用等理论都是重要的依据^①。21 世纪具有影响力的学习心理著作《人是如何学习的: 大脑、心理、经验及学校》强调了三个关于学生学习的发现: “1. 学生带着有关世界如何运作的前概念来到课堂”^{[14]13} “2. 为了发展在探究领域的的能力, 学生必须 (a) 具有事实性知识的深入基础, (b) 在概念构架的情境中理解事实和观念, (c) 用促进提取和应用的方式组织知识”^{[14]15} “3. 教学的‘元认知’方法可以帮助学生通过定义学习目标和监控达到目标的学习过程来学会控制他们自己的学习”^{[14]16}。在这些关于学习的理论和原则中, 至少可以梳理出几个基本的准则: 教学活动必须关注学生的前概念; 学生必须掌握扎实的核心知识基础, 进而据此在教学活动中引起学习的迁移; 学生要明确学习的目标及其达成的状况。这些基本的原则适用于不同的

^① 我们很容易从加涅、皮亚杰、奥苏伯尔 (Ausubel) 等的经典论述中找到相关的支持, 本文不一一赘述。

学科教学实践。数学学习心理的研究也说明了这一点,如范希尔夫妇(Hiele-Geldof and Hiele)的几何思维及其教学研究^[15]。学习心理中的同化与顺应^[16]在数学学习中广泛应用,理解一事物表示把这件事物同化入一个适当的心理图式之中,这种心理图式至少有两个特征,一是必须与解决的问题相适应,二是必须能够用于解决当前的问题。^[16]满足这两条就是数学学习中的概念建立的同化过程,如果不满足第二条,就需要建构新的图式,即概念学习的顺应过程。学科实践标准的建构应当充分考虑这些关于学生学习的重要发现和准则。

(三) 反映学科教学的传统与本土经验

每个民族、每个国家都有自己的传统和文化,千百年来积淀和形成的关于教育的理念与方法,在教育实践中尝试探索和积累的学科教学经验,是具有本土特征的有生长根基的元素,是建构学科实践标准最好的参照。我国五千多年的传统文化积累了众多关于教育的经典论述和实践,传承了众多关于什么样的教学是好的教学的经验。从《论语》《学记》等关于教学的思想,到近现代的教育变革,特别是新中国成立以来的教学改革,以及数学教育的探索,对于思考什么样的教学是好的教学有很大启示。张奠宙等人在《数学教育的“中国道路”》中系统梳理了中国数学教育的核心特征,^[17]邱兴华梳理了小学数学教育的“中国经验”^[18]。古代的众多教育观点,已经成为中华文化的经典和教育教学的指引,如“知之之为知之,不知为不知,是知也”(《论语·为政》)、“学而不思则罔,思而不学则殆”(《论语·为政》)、“不愤不启,不悱不发,举一隅不以三隅反,则不复也”(《论语·述而》)、“温故而知新,可以为师矣”(《论语·为政》)、“道而弗牵则和,强而弗抑则易,开而弗达则思,和易以思,可谓善喻矣”(《礼记·学记》)等,不一而足。这些都是建构中国特色数学实践标准的文化积淀。

一是形成具有中国特色的数学教育理念与教学取向(准则)。新中国成立以来,经过几十年的探索实践,逐步形成具有中国特色的数学教育之路。张奠宙等人在阐述数学教育的“中国道路”时认为,“中国数学教育特色的核心是:‘在

良好的数学基础上谋求学生的全面发展’。这里的‘数学基础’主要是‘数学双基’(数学基础知识和基本技能)和‘三大数学能力’(数学运算能力、空间想象能力、逻辑思维能力);‘数学发展’是指:提高学生用数学思想方法分析问题和解决问题的能力,促进学生在德、智、体等各方面的全面发展。与此相应的教学方式突出‘数学内容本质的理解’,其主要特征是:‘数学双基教学’(正在发展为‘四基教学’),数学新知的教学导入,教师主导下的师班互动教学,数学尝试教学,数学变式教学,数学思想方法教学等”^[17]。这些具有中国特色的数学教学取向(准则),以“数学双基教学”为核心,以促进学生发展为目的。数学“双基”的含义“就是‘数学基本知识和基本技能’……但是,‘数学双基教学’作为一个特定的名词,其内涵不只限于‘双基’本身,还包括在数学‘双基’之上的发展。启发式、精讲多练、变式练习、提炼数学思想方法等,都属于‘发展’的层面,却又和‘数学双基’密切相关。因此,中国数学‘双基’教学,是关于如何在‘双基’基础上谋求学生发展的教学理论”^{[19]151-152}。可见“数学双基教学”是体现中国特色数学教育特征的教学理论与实践。众所周知,关注学生发展、提升学生核心素养是近年来普遍关注的课程教学改革的方向,教育促进学生的长远发展,使其形成适应未来发展需要的核心素养是国际教育改革的共识。而学生的发展不是建立在空中楼阁之上,学生具有扎实的学科基础知识和技能是发展的必要条件,我国多年来数学教学改革的经验表明,“双基”不是学生发展的障碍,而是学生能力和素养发展的必要条件。应当全面理解“双基教学”,使学生通过有效的方式获得“双基”,并以此为基础获得发展。

二是涌现一批数学教学实践家及其经验和理论。新中国成立以来,数学教育界涌现一批勇于探索和实践的教育专家,积累和总结出具有良好效果,并在国内外产生影响的数学教学经验。学生在基础教育阶段打下良好的数学基础和发展能力,在PISA测验中取得的成绩引起国际上的关注。陈省身认为,“中国的数学教育在实践上肯定比美国好”^{[19]157}。马立平在对比中国数学教师和美国数学教师的教学方式时指出,“中国教师

的另一个特征是他们具有发展良好的‘知识包’，这在美国教师中并没有发现。……教师的知识包，揭示了教师对开启和培养学​​生头脑中这样一个领域的纵向过程的理解”，每个知识包中都包含着比其他成分更重要的“关键”点。^[20]国内中小学数学教学实践研究具代表性的有邱学华的尝试教学、顾泠沅的变式教学、马芯兰的结构教学、吴正宪的儿童数学等。这些教学改革经过多年的不懈努力，吸取国内外教学理论与方法的精华，总结本土的教学改革经验，针对中国数学教学的现实需求和学生发展的需要，不断探索和实践，形成具有中国特色的中小学数学教学实践。

（四）参考历次课程标准（教学大纲）中不断完善的教学建议

新中国成立以来，历次课程标准（教学大纲）都提出有关数学教学的建议，数学教育研究者和一线教师在教学改革中探索和积累了众多成功的经验。学科实践标准是对提倡什么样的学科教学的描述，学科课程标准（教学大纲）中的教学建议是建立学科实践标准的重要参考。梳理数学学科历年课程标准（教学大纲），从1963年开始就有“教学中应该注意的几点”这样的表述。以后各版本课程标准（教学大纲）都以不同形式提出教学建议，如1963年《全日制小学算术教学大纲（草案）》提出4条教学建议：1. 讲清概念、法则、公式以及解题的方法；2. 突出重点，抓住关键，解决难点；3. 加强练习，培养学生正确地、迅速地进行四则计算的能力，正确地解答应用题的能力，以及具有初步的逻辑推理的能力和空间观念；4. 适当地联系实际。^{[21]85-87}1992年《九年义务教育全日制小学数学教学大纲（试用）》提出7条教学建议：1. 加强基础知识教学；2. 重视发展智力、培养能力；3. 结合学科特点，对学生进行思想品德教育；4. 处理好面向全体学生和因材施教的关系；5. 改革教学方法；6. 有效地组织练习和复习；7. 改进成绩的考查和评定。^{[21]155-157}

2001年开始的21世纪基础教育课程改革，于2001年、2011年和2022年颁布实施各个版

本课程标准。先后提出“四基”“四能”和数学核心素养“三会”^①，在课程目标和内容结构上有较大的改变，并提出与之相适应的“教学建议”。如《义务教育数学课程标准（2011年版）》的教学建议是：1. 数学教学活动要注重课程目标的整体实现；2. 重视学生在学习活动中的主体地位；3. 注重学生对基础知识、基本技能的理解和掌握；4. 感悟数学思想、积累数学活动经验；5. 关注学生的情感态度的发展；6. 合理把握“综合与实践”的实施；7. 教学中应当注意的几个关系：面向全体学生与关注学生个体差异的关系，“预设”与“生成”的关系，合情推理与演绎推理的关系，使用现代信息技术与教学手段多样化的关系。^[22]进入21世纪以来，数学课程在理念、目标、内容结构等方面不断创新和改进，经过二十多年的探索与实践，基本形成较为完善的课程体系，与其相应的教学建议是形成与课程理念和目标一致的数学实践标准的重要参考。

（五）借鉴国际学科教学改革的经验

从前面提到的相关文献梳理中了解到，国际上已经形成较为成熟的学科实践标准，特别是数学和科学等学科，这些成果是我们制定学科实践标准的重要参照。如前面介绍的美国提出的8条数学实践标准和8条科学教学实践标准，加拿大不列颠哥伦比亚省课程改革提出的数学实践标准。基础教育课程与教学改革一直是国际上普遍重视的话题，20世纪50年代以来联合国教科文组织发布关于教育改革的报告，对基础教育改革产生重要影响，如1972年《学会生存——教育世界的今天和明天》提出终身教育的主张，1996年的《教育——财富蕴藏其中》提出学会认知、学会做事、学会合作、学会生存的四大支柱，2015年的《反思教育：向“全球共同利益”的理念转变？》。经合组织（OECD）等国际组织关于核心素养的阐述，PISA测验的设计等，对基础教育改革，特别是学科课程与教学的改革有重要参考。多年的改革实践表明，应当重视对国际

① “四基”，即数学的基础知识、基本技能、基本思想、基本活动经验；“四能”，即能在真实的问题情境中发现问题和提出问题，能运用数学和其他学科的知识与方法分析问题和解决问题；“三会”，即会用数学的眼光观察现实世界，会用数学的思维思考现实世界，会用数学的语言表达现实世界。

上教育改革的理念与经验的研究,借鉴其合理之处,特别重要的是要将其本土化,与我国的实际发展需要相适应。就数学学科而言,国际上比较重视的是数学问题解决、数学推理、数学交流及数学结构与关联等。

三、数学实践标准及其教学意义

数学实践标准是学生良好的数学素养及其与之相适应的教学活动取向和样态的描述。实践标准基于学生学科素养发展样态的分析,引领学科教学活动的方向,指导学科教学的设计与实施,以及学科教学评价。美国的8条数学实践标准之一“理解问题并能坚持不懈地解决问题”的含义是“数学素养较高的学生,会从解释问题的意义入手,寻求解决问题的切入点。他们会分析已知条件、约束条件、数量关系和目标,通常不会立即尝试寻找答案,而是会猜想答案的形式和意义,很好地规划解决问题的途径”^{[8]16}。加拿大不列颠哥伦比亚省数学实践标准中K-5年级的交流与代表(表征)描述为“以多种方式交流数学思维,使用数学词汇和语言参与数学讨论,解释和证明数学概念和判断,以具体、图示、符号形式表征数学概念”^[11]。显然,这里表述的是学生学科素养的样态和为学生提供什么样的教学活动,提高学生的数学素养。笔者基于对学科实践的理解,以及对确定学科实践标准路径的分析,尝试描述基于我国教学实践的6条数学实践标准及其教学意义。

数学实践标准之一:重视“双基”教学。

内涵:数学教学要致力于为学生形成扎实的针对数学核心内容的“双基”,并在数学学习中有效运用和发展。数学“双基”是指数学的基础知识和基本技能,是重要的数学素养。设计有效的教学活动,使学生扎实地理解和掌握数学核心内容的“双基”,是学好数学的重要基础,也为进一步学习和思考提供条件。数学“双基”教学不只是关注“双基”本身,而是以“双基”为载体,以启发式和变式教学、提炼数学思想方法等为特征的数学教学体系。

教学意义:“双基”教学是数学教学的传统,并在多年教学实践中不断发展。随着时代的发展,对于数学“双基”的内涵及其在学生学习数

学直至终身发展中的作用会不断更新,应以恰当的方式处理“双基”的广度与深度,“双基”与“四基”、核心素养的关系,思考人工智能背景下如何重新认识“双基”的价值等。“双基”的形成需要一定的记忆和训练,但并非死记硬背,应当在学生理解的基础上达到“熟能生巧”,并发现和形成其中的规律和特征,形成相应的数学思想方法。如第一学段20以内加减法和乘法口诀,第二、三学段分数的认识和运算等的理解和掌握等都是重要的“双基”内容。

数学实践标准之二:提升问题解决能力。

内涵:具备问题解决能力是重要的数学素养。数学教学应重视引导学生在真实的问题情境中提升问题解决能力。教学活动的设计与实施应重视创设真实的问题情境,引导学生从中发现和提出问题,独立或与他人合作探索解决问题的路径,建立数量关系模式,恰当运用数量关系模型,通过分析、综合等方法解决问题。

教学意义:数学课程的每个领域都应关注培养学生问题解决能力,特别是“数量关系”主题和“综合与实践”领域的学习。数学教学要特别关注为学生提供真实的问题情境,引导学生发现和提出问题,依据四则运算的意义和数量关系模型分析和解决问题。“综合与实践”领域的主题式学习和项目式学习是培养学生问题解决能力的重要载体。

数学实践标准之三:发展数学基本思想。

内涵:抽象、推理和建模是数学的基本思想,数学教学应结合具体的学习主题发展学生的数学抽象、逻辑推理和数学建模。数学基本思想是数学核心素养的基本要素,应在各阶段数学学习活动中持续关注,以满足每位学生终身发展的需要。

教学意义:结合特定主题的学习逐步形成和运用抽象、推理和模型思想。如数的认识和图形的认识中学会用抽象的符号和语言表达现实世界的数量或物体的形状,建立数感、符号意识和空间观念;在数的运算、图形大小的度量、命题证明等内容的学习中学会用数学的语言或符号进行归纳或演绎推理;在数量关系内容学习中,从真实的问题情境中建立数量关系模型,并能选择和运用合适的模型解决问题。

数学实践标准之四：持续探究与交流。

内涵：持续探究是师生围绕数学学习的特定内容展开的不断探索的过程，互动交流是在探究的过程中师生聚焦学习的重点，针对疑难问题开展的深度探究。数学教学要引导和鼓励学生在具体的学习活动中开展持续探究与交流，逐步形成数学活动经验。

教学意义：数学教学要针对特定内容确定近期和长远目标，为学生提供持续探究和互动交流的情境与话题，创设具有开放性的学习空间，产生系列的问题，引起聚焦核心内容和方法的认知冲突。在陈述、质疑的过程中引发深度思考，学生通过操作、表达、质疑、反思等活动，表达自己的想法、理解他人的思路，达成学习的目标。例如，一张饼平均分给两个人，每人分得多少，学生用“一半” $\frac{2}{1}$ “ $1-2$ ” $\frac{1}{2}$ ”表示，讨论哪种表达更好，进而认识分数的意义和表达。通过持续探究与交流促进核心知识与方法的理解与掌握，形成数学活动经验，发展学生的核心素养。

数学实践标准之五：建立关联与结构。

内涵：数学同一主题内容之间在学科本质上有关联，不同主题内容在思想方法上存在关联。数学教学应关注学习内容之间的关联，促进学生认知结构的形成和发展。

教学意义：数学教学应关注学习内容的整体性和一致性，使学生从整体上理解和掌握所学内容，并为学习中的迁移创造条件。如数的表达、运算，图形的度量等的一致性，教学中关注这些主题内部的一致性，认识数与运算、图形的认识与测量等知识与方法之间的关联，使学生从整体上认识知识结构，逐步建立数学学习的认知结构。这是数学内容结构化对教学提出的必然要求，也是小学数学多年积累的典型学科实践。“教学应从较好的知识结构出发，把教学的重点放在引导学生分析数量关系上，依据知识之间的逻辑关系和迁移条件，引导学生抓住旧知识与新知识的连接点，抓住知识的生长点，抓住逻辑推理的新起点。这样就自然地把新的知识与已有的知识科学地联系起来。新的知识一经建立，便会纳入学生原有的认知结构中去，建成新的知识系统。”^[23]知识结构的学习和认识结构的建立不仅

使学生从整体上理解和掌握相关的知识与方法，更重要的是促进学生进一步学习中的迁移。

数学实践标准之六：形成积极态度和良好品德。

内涵：形成和保持积极的心态投入数学学习过程，是建立学好数学的信心并在学习过程中有所收获的重要因素。数学教学应为学生形成积极的学习态度和良好的品德创造条件和提供保障。

教学意义：在数学教学活动中，教师应鼓励学生以积极的心态投入数学学习，激发学习数学的兴趣，建立学好数学的信心，养成良好的学习习惯。有机结合相关内容的背景和现实对学生进行思想品德教育。例如，用现实的有意义的问题情境激起学习数学的兴趣，用中国古代数学家对圆周率、勾股定理等的探索感受我国在数学领域的贡献。

学科实践标准是指引学科教学方向、规范学科教学行为的取向与准则。数学课程实施最终体现在每个单元、每个具体的数学学习活动设计和实施之中，数学实践标准是数学教学设计的导向和指引，是将数学学科的核心素养和课程目标切实落地的基本路径，使具体的教学活动设计与实施有章可循。探索学科实践标准的确定是一个值得深入研究的话题。本文以数学学科为例分析并描述了数学实践标准，只是一个初步的尝试，希望引起对学科实践问题的深入研究。

参考文献：

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育课程方案（2022年版）[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022：14.
- [2] 崔允灏，张紫红，郭洪瑞. 溯源与解读：学科实践即学习方式变革的新方向[J]. 教育研究，2021（12）：60.
- [3] 刘艳. 学科实践：作为一种学科学习方式[J]. 教育研究与实验，2022（1）：58.
- [4] 陆卓涛，安桂清. 学科实践的内涵、价值与实现路径[J]. 课程·教材·教法，2022（9）：73-78.
- [5] 韩震. 知识形态演进的历史逻辑[J]. 中国社会科学，2021（6）：168.
- [6] 全美数学教师理事会. 美国学校数学课程与评价标准[S]. 人民教育出版社数学室，译. 北京：人民教育出版社，1994：11.
- [7] 全美数学教师理事会. 美国学校数学教育的原则和

- 标准 [M]. 蔡金法, 等译. 北京: 人民教育出版社, 2004: 10.
- [8] 全美州长协会和首席州立学校官员理事会. 美国国际核心数学课程标准: 历史、内容和实施 [M]. 蔡金法, 孙伟, 等翻译、编写. 北京: 人民教育出版社, 2016: 16-18.
- [9] National Research Council. Adding it up: helping children learn mathematics [M]. Washington, DC: National Academy Press, 2001: 5.
- [10] National Research Council of the National Academies. Framework for K-12 science education: practices, cross-cutting concepts, and core ideas [M]. Washington, D. C. : The National Academies Press, 2012: 42.
- [11] BC Ministry of Education. Math K-9: curricular competencies [EB/OL]. (2019-07) [2026-01-12]. https://curriculum.gov.bc.ca/sites/curriculum.gov.bc.ca/files/curriculum/continuous-views/en_math_k-9_curricular_competencies.pdf.
- [12] 弗赖登塔尔. 作为教育任务的数学 [M]. 陈昌平, 唐瑞芬, 等编译. 上海: 上海教育出版社, 1995: 110.
- [13] 史宁中. 数学基本思想 18 讲 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2016: 10.
- [14] 布兰思福特, 等. 人是如何学习的: 大脑、心理、经验及学校: 扩展版 [M]. 程可拉, 孙亚玲, 王旭卿, 译. 上海: 华东师范大学出版社, 2013.
- [15] 鲍建生, 周超. 数学学习的心理基础与过程 [M]. 上海: 上海教育出版社, 2009: 14-15.
- [16] SKEMP R R. The psychology of learning mathematics [M]. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 1987: 167.
- [17] 张奠宙, 于波. 数学教育的“中国道路” [M]. 上海: 上海教育出版社, 2013: 15-16.
- [18] 邱兴华. 小学数学教育中的“中国经验”: 兼论小学数学教育 70 年 [J]. 小学数学教师, 2019 (7/8): 18-28.
- [19] 张奠宙. 我亲历的数学教育 (1938—2008) [M]. 南京: 江苏教育出版社, 2009.
- [20] 马立平. 小学数学的掌握和教学 [M]. 李士铸, 吴颖康, 等译. 上海: 华东师范大学出版社, 2011: 110.
- [21] 课程教材研究所. 20 世纪中国中小学课程标准·教学大纲汇编: 数学卷 [G]. 北京: 人民教育出版社, 2001.
- [22] 中华人民共和国教育部. 义务教育数学课程标准 (2011 年版) [S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2012: 43-52.
- [23] 马芯兰. 构建新的知识结构 培养学生思维能力 [J]. 人民教育, 1995 (5): 26.

(责任编辑: 王维花)

Establishment of Disciplinary Practice Standards and Their Teaching Implication: A Case Study of Primary School Mathematics

Ma Yunpeng

Abstract: *Compulsory Education Curriculum Program (2022 Edition)* emphasizes the need to strengthen disciplinary practice. Understanding the meaning of the practice and establishing corresponding standards has thus become a topic of increasing importance. This article reviews international discussions on the practice and analyzes the evolution and characteristics of mathematics and science education on the research on the practice, clarifying that the practice is orientation and principle for disciplinary teaching and the core of the research lies in exploring disciplinary practice standards. Taking mathematics as an example, the article considers the construction of the standards from the perspective of theoretical foundation, disciplinary nature, local experience and international research and culminates in six standards: emphasizing the mastery of foundational knowledge and skills, enhancing problem-solving ability, developing fundamental mathematical ideas, sustaining inquiry and communication, establishing connection and structure, and fostering positive attitude and sound character.

Key words: disciplinary practice; disciplinary practice standards; mathematics practice standards