

文化自信视域下中国古代数学与 STEAM 教育的融合

汪振东

豫章师范学院

摘要:文化自信与当下教育相结合是一个热点问题。作为悠久的 5000 年华夏文明的重要组成部分,中国古代数学在世界数学史上占有举足轻重的地位,是如今文化自信的重要来源之一,应在数学课程教育中得到重视。当今社会,STEAM 教育越来越受重视,因此将中国古代数学与 STEAM 教育融合能使青少年更加热爱传统文化。这也是文化自信重要思想的具体实践。

关键词:文化自信;中国古代数学;STEAM 教育

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2024.08.085

引言

“四个自信”是习近平新时代中国特色社会主义思想的重要内容。习近平总书记指出:“优秀传统文化是一个国家、一个民族传承和发展的根本,如果丢掉了,就割断了精神命脉。”^[1]作为传统文化的重要组成部分,中国古代数学体现的是一个民族的精神内核^[2],为中华民族乃至世界都留下了宝贵的精神财富,是如今文化自信的重要源泉之一,因此需要继承并传播下去。文章提出将中国古代数学与 STEAM 教育结合的新思路,以案例为导向,以兴趣为驱动,可以提高中小学生对中国古代数学的认识,更好地继承与传播中国传统文化。

一、STEAM 教育及手段

STEAM 指的科学 (Science)、技术 (Technology)、工程 (Engineering)、艺术 (Arts) 和数学 (Mathematics)。它是一种跨学科的教育理念,基于项目管理,着眼于解决问题,依托工具,着重培养中小学的综合能力与创新思维^[5]。STEAM 概念起源于 20 世纪 80 年代的美国,后在全世界得到飞速发展。一些辅助教学的工具也被引入课程当中。多数师范类院校也开设类似的课程内容,为社会输送教职人才。可以说,STEAM 教育在中国具有广泛的基础与深厚的资源。

结合数学教育特点,可由以下几种手段将中国古代数学融入到 STEAM 教育中。

1. Scratch 编程。Scratch 是一款可视化编程语言。与 C 语言、Java 等编程语言相比,Scratch 无繁杂的语法规则,仅仅通过拖动代码积木块就可以轻松完成编程。Scratch 由美国麻省理工学院 MIT 媒体实验室开发,因其出色的界面风格以及趣味化的角色编程而备受中小学生的青睐。

2. Python 编程。Python 是目前非常热门的脚本编程语言,其简洁的代码风格和灵活的字符处理非常适合刚

入门编程的中小学生。Python 是一门成熟的编程语言,可以弥补 Scratch 不足。此外,Python 拥有强大的第三方开发包,其中海龟绘图 (turtle) 可以绘制一些数学图形。

3. 几何画板和 GeoGebra 工具。学会使用工具是 STEAM 教育理念之一。几何画板与 GeoGebra 是两款非常热门的几何图形绘制工具,经常被使用到数学教育中。

二、中国古代数学与 STEAM 融合的积极意义

中国古代数学大致可分为四个时期:从上古到秦代的萌芽时期、两汉到唐的体系形成时期、宋元两代的辉煌时期以及明清的衰退时期。在漫长的历史长河中,涌现出大量的数学著作,它们多数以“算经”或“术”为名。现存最早的数学著作是西汉早期成书的《周髀算经》,记录的是自西周以来的一些数学、天文学的计算实例。隋唐以降,数学受到官方重视。作为唐代最高的学府,国子监就以《算经十书》为教材设立算学科。所谓《算经十书》,即《周髀算经》《九章算术》《海岛算经》《张丘建算经》《夏侯阳算经》《五经算术》《缉古算经》《缀术》(已失传)《五曹算经》《孙子算经》。在以上算经中,《九章算术》是最重要的著作,它的涉及面非常广泛。因缺乏具体的论证过程,魏晋时期的数学家刘徽给《九章算术》作注,形成《九章算术注》。《九章算术注》注重推演,将算经中的“术”上升到数学理论的高度,是中国古代数学的第一座高峰。

中国古代数学的第二座高峰是宋元时期,这一时期出现了大批的数学家和数学著作。如秦九韶著的《数书九章》、杨辉著的《详解九章算法》、朱世杰著的《算学启蒙》等。这些著作继承并发展了《算经十书》中理论,如《数书九章》中“大衍总术”最早可追溯到《孙子算经》中的“物不知数”。这一时期,中国古代数学最突出的成就是求解高次方程,从贾宪三角(即杨辉三

角)到“正负开方术”,从“垛积术”到“天元术”和“四元术”,生动地反映了当时数学的快速发展过程。更难能可贵的事,“天元术”和“四元术”已经开始尝试将代数符号引入数学中。

元代以后,中国数学的发展日趋停滞。原因是多方面的,一个重要的原因是缺少社会动力,以八股文的取士方式让当时的中国文人钻入了牢笼之中,数学已经不再是士人的主要研究对象。明清两代也出现过一些算经,如明代的《算法统宗》、清代的《九章算法比类大全》等,但其开创性远不如宋元时期。

结合中国古代数学的特点,将之与 STEAM 教育融合有以下积极意义。

1. 增强文化自信意识。中国传统文化博大精深,数学更是个中翘楚。从世界范围内来看,中国古代数学代表的是东方的智慧。与古希腊时代的数学相比,以《九章算术》为代表的中国古代数学,虽然在几何与数论方面稍逊一筹,但算术与代数方面则处于领先地位^[4]。辉煌灿烂的中国传统数学文化让文化自信更有“底气”。与 STEAM 教育结合能更好地弘扬中国传统文化,能在广大中小学生中建立强有力的文化自信。

2. 培养创新精神。中国古代数学从本土发展而来,是一个从 0 到 1 的过程。约在公元前 16 世纪,中国数学就已经形成了较为成熟的十进制。公元前 500 年左右,中国人就开始使用算筹进行有效的计算。秦汉时期,中国古代数学创立了许多新的概念和新的理论,例如首次将负数引入数学、独立证明了勾股定理、分数的算法等。宋元时期,中国古代数学研究的方向主要为解高次方程,尝试将符号引入代数,其成就也远超过同时期的西方数学。当今世界,创新是经济社会发展的决定性力量之一。因此学习中国古代数学能培养中小学生的创新思维和敢为人先的创新精神。

3. 培养实践能力。与古希腊的数学强调推理与演绎相比,中国古代数学强调的是实践,是为解决实际问题而总结出的“算法”^[3]。以《九章算术》为例,全书分九章,包含实际应用问题 246 道,每道题又由问、答、术三个部分组成。“答”给出了“问”的特殊解法,“术”给出了“问”的一般法解法,“答”和“术”是针对某一类问题而提出的解决方案。这种强调实践的方式正是一个民族务实精神的体现。STEAM 教育其中一个侧重点在于解决实际问题,与中国古代数学所体现的精神不谋而合,因此二者结合可培养中小学生学习分析问题、解决问题的实践能力。

4. 筑牢数学基础。中国古代数学的内容涉及生活的诸多方面。天文观测、土地丈量、经济计算均以数学为基础,甚至文学创作都有数学的影子^[6]。这种从生成实践中来的数学,形成的概念与理论范围也很广,如分数的运算法则、比例算法、一次或高次方程的解法、面积与体积公式、极限理论等。著名教育学改革家吉尔曼曾说:“概念比事实更有力量”。中国古代数学包罗万象,与 STEAM 结合可以帮助青少年更加深刻地理解数学中的一些概念。

5. 增加数学趣味。趣味性是明清数学典籍的一大特点,与早期的典籍形成鲜明的反差。这一时期,许多问题以诗歌的形式被提出。例如,明代数学家程大位所著的《算法统宗》中“以碗知僧”等。当时珠算在民间盛行,这些问题虽然在数学理论上并无创新之处,却极大地推广了珠算。从这一点上说,明清的数学著作仍来自于生产实践。将中国古代数学中的一些趣味性的问题引入到 STEAM 教育当中,可极大地寓教于乐,使得数学教育更加具有趣味性。

三、中国古代数学与 STEAM 教育融合措施

鉴于中国古代数学与 STEAM 教育的特点,文章认为,可从算术算法、方程、初等数论、数列和几何等五个方面入手,从中国古代数学典籍中深挖符合中小学教育特点的元素,并将它们融入到 STEAM 教育中来,建立新的教学模式(图 1)。

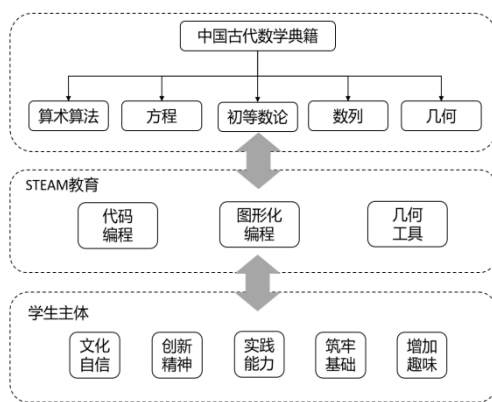


图 1 中国古代数学与 STEAM 融合的教学模式

(一) 算术算法

算术算法包含分数四则运算法则、比例算法等。《九章算术》“方田”章中,用一问一答的形式,详细描述了各类算法步骤。其中部分算法与现代数学的计算方式一致,因此可在信息类课程当中引入相关案例,丰富教学素材。

还有一部分算法与现代的算法有出入。例如求两个正整数的最大公约数,《九章算术》采用的是一种叫“约分术”的算法。“约分术”采用的分子与分母“更相减损”

法与欧几里得的“辗转相除法”非常相似，后者常被作为案例引入到中小学信息课当中，因此“约分术”也可被引入进来，从而达到一题多解的目的。

（二）方程

“方程”一词最早出现在《九章算术》中。刘徽在《九章算术注》中写道：“程，课程也。群物总杂，各列有数，总言其实。令每行为率。二物者再程，三物者三程，皆如物数程之。并列为行，故谓之方程。”从刘徽对方程的解释来看，古代所谓的方程指的是现代数学中的方程组。中国古代数学中的诸多问题都可归为方程组一类，如《张丘建算经》中的“百钱买百鸡”问题、《孙子算经》中的“雉兔同笼”问题等。以上两个数学问题非常具有代表性，它们仅有整数解，很适合编程实现求解。

还有一些看似与方程无关的问题也可以归为一次方程当中，如明代《算法统宗》中的“以碗知僧”“李白沽酒”问题等。明清两代的数学著作往往以诗歌的形式记录，读起来亦朗朗上口，毫不晦涩。将其引入到编程的信息课中，不仅能做到跨学科教育，还能增加课程的趣味性。

中国古代数学还涉猎一次同余方程。《孙子算经》中有一个叫“物不知数”的问题。《孙子算经》给出了符合条件的最小值的解法。到了宋代，数学家秦九韶给出一般形式的解法，称为“大衍总术”，因此术为世界最早，故解一次同余方程组被称为“中国剩余定理”。自《孙子算经》后，后世的数学著作中出现了许多类似“物不知数”的问题。它们都非常适合被引入到 STEAM 教育当中。

（三）初等数论

初等数论是数学的一个重要分支，属于纯数学范围，在早期被称为“算术”，主要以整数为研究对象。现代数学中有很多属于初等数论的例子，中国古代数学以实践为基础，对纯数学问题鲜有提及，但有些在实践中得出的数字也可归为初等数论范畴。以勾股数为例，最早的勾股数记载于《周髀算经》中，商高在回答周公关于勾股测量时说：“勾广三，股修四，径隅五”。这里的数字“3、4、5”便是勾股数的特殊形式，而一般形式的勾股数可依据勾股定理来计算。类似整数的算法，均可用编程来实现。

（四）数列

数列是级数的基础，在现代数学中有着举足轻重的地位。数列又可分发散数列与收敛数列，前者如杨辉三角，后者如割圆术中所构建的递推数列。以杨辉三角为例，杨辉三角是对《九章算术》中的开方术的推广。在杨辉三角中，存在一种递推关系，可与信息编程课相结合，

不仅可以增强学生编程动手能力，还可以促进学生对中国古代数学的深入理解。

（五）几何

中国古代的几何学虽不如古希腊的深入，但也曾创造出灿烂无比的华章。如刘徽为计算圆周率提出的“割圆术”、为计算锥体体积提出的“阳马术”、为计算球体积提出的“开立圆术”。这些“术”所用到的几何思想与古希腊的阿基米德的推证几乎完全一致。类似这些几何问题，既可以通过几何画板、Geogebra 等辅具教学软件演示，还可以通过 Scratch、海龟绘图可视化编程演示。以“割圆术”为例，求解圆周率是一个逼近的过程，内切正多边形越多，所求的值越接近真实值。图 2 是利用 Scratch 画笔工具演示的在不同内切正多边形下，用“割圆术”求解的圆周率的值。

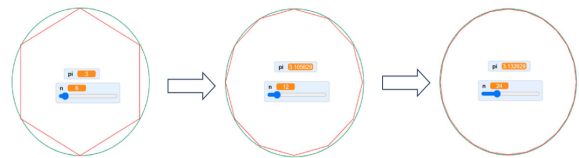


图 2 Scratch 求解圆周率

结语

中国古代数学曾在世界上独领风骚，是数学史研究的重要一环，它在计算中所体现出的思想是现代数学中许多概念的鼻祖。将中国古代数学融入到 STEAM 教育当中，既能让广大青少年学习并继承中国传统文化，也能为新的教育方式找到良好的素材。这也是文化自信重要思想的具体实践。

参考文献

- [1] 习近平著作选读：第 1 卷 [M]. 北京：人民出版社，2023: 281
- [2] 杨林香，郑梅萍. 文化自信：习近平文化思想的精神内核 [J]. 福建师范大学学报（哲学社会科学版），2024, (02): 1-9+167.
- [3] 李文林. 数学史概论（第三版）[M]. 北京：高等教育出版社. 2011: 69-105.
- [4] 戚昌厚. 《九章算术》的育人智慧 [J]. 思想政治课教学，2023, (12): 48-50.
- [5] 范文翔，张一春. STEAM 教育：发展、内涵与可能路径 [J]. 现代教育技术，2018, 28 (03): 99-105.
- [6] 周向宇. 中国古代数学的贡献 [J]. 数学学报（中文版），2022, 65 (04): 581-598.

基金项目：江西省教育厅科学技术研究项目 2022 年度课题“文化自信——STEAM 视角下的中国古代数学研究”（项目编号：GJJ2202515）