

数学观的革命与范式转换

——数学文化研究的缘起及基本理论特征

黄秦安

(陕西师范大学数学与信息科学学院,陕西 西安 710062)

摘要: 数学的文化透视,是数学观的一次重大的范式革命。它从文明进步、社会发展和人类文化的高度及视角对数学的观念、价值、作用进行全方位和系统的诠释。作为数学自身理论体系扩展、范式转换和社会发展的必然的和共同的要求,数学文化研究不仅要探讨数学的哲学本质和科学内涵,还要揭示数学的人文、社会、艺术、教育学和历史学特征。

关键词: 数学观;范式;数学哲学;数学文化

中图分类号: B5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003 - 5680(2005)06 - 0062 - 05

一 数学文化研究的缘起

作为一门跨学科的研究领域,数学文化的历史并不长,但其发展势头是迅猛的。特别是近十年来,数学文化研究在国内外数学哲学界、数学教育界受到广泛普遍的关注,这一现象不是偶然的。数学文化研究的兴起,从数学科学发展的角度看,是有其内部和外部的必然性的。从外部看,数学学作为一门专业化程度越来越高的基础学科和基本知识门类,在19、20世纪有着极其迅猛的发展。相应地,数学的应用范围也越来越大。当今社会,科学技术正以比以往任何时候都迅猛的势头强烈地推动着人类社会前进的速度,并以其各种丰富的形式深刻地影响、渗透并冲击着人类社会生活的各个领域。以知识经济、信息技术和新技术革命为先导的崭新的社会形态正初露端倪。其中,数学不仅是现代科学技术的基石之一,而且是新技术革命的弄潮儿。特别是在当代,社会的飞速进步、科学的迅猛发展、知识经济的崛起,都对数学等基础科学的发展提出了更高的要求。数学的基础科学地位、科学典范作用和高技术地位日益增强,数学的社会化程度与水平日益提高。但是,现代数学的迅猛发展在结出累累硕果的同时,也存在着某些令人担忧的倾向。与数学飞速发展的状况不协调的是,在现代社会,关于数学本质、意义、作用的认识和理解却严重地滞后。特别是陈旧的、落后的、甚至是错

误的数学观念依然流行(甚至在科学界与数学界亦复如此)。数学在其应用价值日益增强的同时,高度的专业化发展带来的高度的抽象化趋势和学科分化趋势,即使是不同数学分支(如纯粹数学与应用数学)之间的隔阂与分化也在加剧。由于某些数学领域进展的孤立化倾向,这些被孤立化的数学与其他科学的联系在许多方面越来越弱,数学与其他人类文化的普遍联系被忽略。加之数学教育在反映现代数学知识、思想方法方面的滞后性和数学素质教育的匮乏,导致了数学在社会文化中的边缘化。这种局面对于数学自身的发展和数学促进社会进步都是极为不利的。面对危机、机遇与挑战,人们逐步认识到,为了使数学更好地为人类物质文明和精神文明建设服务,提高全民的科学文化素质,就需要寻求一个透视数学的新窗口。这就是关于数学的文化视角。

从内部看,从科学的角度对数学本质进行揭示和理解,是近代科学以来数学认识活动的一个基本出发点。科学性一直是数学最典型的特征。著名数学家高斯把数学称为科学的皇后。数学作为科学典范的观念深入人心。伴随着数学的发展,数学哲学作为对数学观、数学基础、元数学、数学知识发生过程、数理逻辑、数学认识论、数学方法论等领域研究的专门学科,取得了丰硕的成果。19世纪中叶以来,数学的发展进入一个新的变革时期,非欧几何、非交换代数相继诞生,微积分的理论基础完美地建立起来了,大量的数学

【收稿日期】 2005 - 02 - 28

【作者简介】 黄秦安(1962 -),男,陕西西安人,陕西师范大学数学与信息科学学院教授,南京大学哲学系博士生,主要从事数学哲学、数学文化与科学哲学研究。

新理论相继诞生。20世纪前后发生在数学基础研究过程中的一系列重大事件和理论突破都为数学哲学研究提出了许多尖锐和困难的问题,例如各种数学与逻辑悖论的产生等。数学哲学研究也因此面临着许多重大的理论挑战。出现了逻辑主义、形式主义和直觉主义三大学派。三大学派围绕建立可靠坚实的数学基础提出并发展了各自的观点和理论。“从1890到1940这50年被称为是‘数学哲学研究的黄金时代’。”^[1]从20世纪30年代以后,由于哥德尔定理的诞生,以及一系列革命性的数学理论和成就的出现,经典的形而上学数学观彻底破产,传统的、经典意义的元数学和数学哲学研究路线及其前景引起普遍怀疑,数学哲学研究面临着对自身学科性质、问题和目标的重新定位和反思。第三次数学危机(数学基础危机),是深具现代性意味的数学哲学思想的一种动荡。它深刻地表明了,在认识论上囿于还原论、本质主义、逻各斯中心主义,宏大叙事的,追求封闭性、严密性和确定性的数学知识和数学真理的基础主义和绝对主义已走到穷途末路。原本设想的数学严格的逻辑基础和数学基础其实都是不存在的。

随着数学哲学研究“黄金时代”的结束,数学哲学的研究方向、研究传统和研究范式都发生了根本的转变。从单一范式向多元范式的转变是当代数学哲学研究的基本特征。著名数学哲学家郑毓信教授把数学哲学新的研究路线概括为以下四个方面:^[2]1、研究立场的转移,即从严重分离转移到与实际数学活动的密切结合。2、对于数学史的高度重视。3、研究问题的转移。4、动态的、经验和拟经验的数学观对于静态的、绝对主义的数学观的取代。^[2]数学哲学的这种新的发展方向为数学文化基本观念的形成提供了必要的哲学基础和理论支援。当数学哲学的基本立场摆脱了先验论、形而上学和柏拉图主义数学观的束缚,数学就立刻显现出其内在的被掩盖已久的社会知识建构、文化本质和人性化色彩。可以把这种新的思想概括为数学的社会-文化研究。从一定意义上讲,数学文化研究是数学哲学研究的深化和发展。数学观的变革和数学哲学观的转变是数学文化研究兴起的一个内部契机。

因此,无论是从数学科学的内部还是外部这两个方面看,都有必要发展一种关于数学的诠释学理论,对数学进行文化的解读,从社会文明进步和人类文化的高度对数学的价值、作用进行跨学科、全方位、系统的研究。在这样一种对数学的文化学解说过程中,除了要继续展示数学的哲学特征和科学特征之外,还要展示数学的人文特征、社会特征、艺术特征、教育学特征和历史学特征。20世纪60~80年代,美国学者怀尔德作为数学文化研究的先驱之一,在其所著的《数学概念的演化,一个初步的研究》、《作为文化系统的数学》等重要著作中,对数学发展的动力、规律进行了比传统数学哲学更广泛意义的探讨。初步开创了数学文化学、数学社会学研究的新领域和新方向。提出了关于数学发展的11个动力和23条规律。概括起来看,怀尔德教授数学文化理论的重要特色是:1、从进化论、文化进化等大视角透视数学发展的动力和规律,赋予数学以强烈的科学进化特征。2、强调了数

学是科学生物的见解。3、强调了数学内在力量与外在力量的相互作用对数学发展的影响。4、既凸现了数学的文化性,又没有忽略数学的客观性与科学性。5、超越了单纯的科学主义研究路线,把数学与人类文化沟通起来。6、矫正了以往数学哲学研究的认识偏颇,拒斥了对数学真理的绝对主义和形而上学理解,倡导数学真理的相对性、动态性和发展性。怀尔德的数学文化研究,为数学文化研究奠定了十分重要的基础。

近年来,虽然有越来越多数学文化研究成果的问世,但我们也应看到,数学文化的学科建设有一个不容回避的问题,这就是无论在国内还是国外,学术界对数学文化概念尚缺乏一致的看法。有些数学文化研究从较为片面的角度(如仅从科学主义的、科普的角度或仅从一般文化、神秘文化的角度等)对数学的文化角色进行定位,这对于深入理解数学的文化意义是不利的。因此,进一步阐明数学文化的基本观念就显得十分必要。

二 数学观的范式转换:从纯粹的科学观到综合的文化观

对数学文化概念的认识和理解是建立数学文化学理论体系的一个基础和前提。概括起来,我们认为,数学文化研究所意欲表达的是一种广泛意义下的数学观念,即不仅超越把数学视为一门科学知识和理论体系的单纯的科学主义观念,特别是从对数学的单纯的科学性(特别是其自然科学性)理解中摆脱出来,而且超越把数学作为以本体论、认识论、方法论为主线的数学哲学观念,而把数学置身于其真实的历史情境、文本语境、数学共同体以及迅猛变革的现实社会文化背景之中,超越数学分支过度的专业化藩篱,从更为广阔的视角去透视数学,领悟数学的社会意义和文化含义,从宏观角度探讨数学自身作为人类整体文化有机组成部分的内在本质和发展规律,并进而考察数学与其他文化的相互关系及其作用形式。从系统的观点看,数学文化可以表述为以现代数学科学体系为核心,以数学的思想、精神、知识、方法、技术、理论、思维等所辐射的相关文化领域为有机组成部分的一个具有强大精神力量与物质功能的动态系统。其基本要素从内部看,是数学的各个分支领域,从外部看,是与之相关的各种文化对象(各门自然科学、几乎所有的人文、社会科学和广泛的社会生活)。其作用形式包括数学以其特有的力量推动人类文化的进步,同时数学又从其相关领域中汲取养分并获得动力。当数学文化健康发展时,两种作用形式交互进行,形成良性互动。数学不仅是物质文明的基石,而且是精神文明的宝贵财富。简而言之,数学文化旨在对数学的意义、本质和价值进行阐述、界定、澄清和诠释。在这一视角下,数学自身的科学性将被重新审视,并被赋予超越其单纯甚至有些偏颇的科学主义的新的文化意义。这样一种广泛意义下的数学观念是一种关于数学的理性重建。它对全面、准确、深刻地理解数学的本质及其在人类文明进步中的作用有重要价值。

数学是人类文化特有的同时也是普遍的表现形式。数

学文化这一概念能够概括并包容与数学有关的人类活动的不同层次和不同层面。数学文化基本思想与理论的创立是数学观的一次十分重要的范式革命。数学文化的观念突破了传统上对于数学本质、功能和价值的基于科学本位和逻辑本位的理解。数学文化研究立足于数学所表现的对象的客观性和自身理论的客观性和人类认识建构和思维的能动性和创造性,把自然、社会与人的和谐统一视为整个数学文化价值的评判标准。数学文化研究有助于进一步揭示数学的内在科学结构,可以描绘包括人文、社会科学在内的所有科学的数学化发展趋势,并深刻表现数学的文化特征和人性化色彩。数学文化的观念反对科学沙文主义和数学的话语霸权,树立了数学作为一种既普遍又独特的与人类其他文化形式同等价值地位的文化形象。数学文化着力寻求数学对于人类整体文化的回归,并赋予数学越来越多的社会学、人类学意义以及在非自然科学领域广泛的应用价值。与某些专业性、技术性较强的数学哲学研究(如直觉主义数学、元数学、证明论和数理逻辑等)相比,数学文化的研究更注重研究对象具有的宏观性质、整体性质和数学与其他文化形式的互动。

数学文化作为人类基本的文化活动之一,与人类整体文化血肉相连。数学文化寻求数学与人类文化新的综合,并试图建立一种新的多样统一的文化范式。数学与社会文明进程之间有一种极其惊人的对应与互动关系。这也是整个科学技术与社会发展关系的一个缩影。在数学宏伟浩荡的历史画卷中,一个不争的事实是数学永远也无法离开其赖以孕育、生长、生存的社会文化环境而孤立存在。这种交互作用在现代科学诞生后变得更为明显,也更为复杂化和多样化了。数学与人类思想文化之间本来就不存在什么鸿沟。在历史上,数学作为一种基本的文化形态,在近代科学诞生以前漫长的人类历史上,曾经具有十分丰富和多样的文化意蕴,但其文化地位是从属的、功能的、工具的。数学文化隶属于它所处时代的主流文化,数学常常是神秘文化、巫术、宗教等思想的栖息之所。在科学时代以前,数学始终扮演着其不同的文化角色,除去数学在技术、工程和社会生活中的作用之外,数学的文化角色有时是虚假的,甚至是有害的。在经历原始神话、巫术、占卜、艺术、宗教等不同文化阶段之后,人类进入科学时代。近代科学诞生的一个显著标志就是数学在自然科学中的作用空前提高,数学的科学内涵日益丰富。数学文化也因而被定位于科学文化的范畴内。今天看来,把数学仅仅作为科学典范是远远不够的。数学文化还具有强烈的人文科学文化特征,特别是其在精神价值、思维结构、理论构建、形式模型等各方面与人文科学具有共性和共通之处。随着科学技术的飞速发展和全球经济一体化的趋势,数学作为人类文化的共同财富,显示出其前所未有的世界文化风采。

在现代科学体系的分类中,如钱学森所阐明的,数学已与自然科学和社会科学相并列,而不再作为自然科学的一个门类。由于数学已不再是自然科学的一个门类,数学的科学价值也就不仅仅局限在其(自然)科学性上,而是具有了更为

广泛的文化内涵。所以数学文化研究就不仅仅是作为科学文化的一个典范,而是具有了其独特的、新兴的跨学科的学科地位。20世纪以来,数学在人文、社会科学研究中的应用价值日益增强,诞生了大量的交叉学科和跨学科研究领域。所有的科学(包括自然科学与人文、社会科学)都需要数学为其提供模式、语言与方法,这一普遍的“数学化”趋势为数学文化的理论建构提供了丰厚的素材,数学的科学文化本体论意义也因而开始发生泛化,数学开始从其理论与应用等多个层面获得了超越科学文化的含义。各门知识的数学化趋势日益显示出数学在知识与理论的发展过程中解释功能的增强。数学成为一种知识科学化重要标志。数学化具有了一种指标功能和尺度功能。数学已经成为联结自然科学与人文社会科学的纽带,扮演着沟通文理、兼容并蓄、弥合文化裂痕的文化使者的角色。

科技进步日益成为国与国之间争夺新一轮世界经济领先地位的焦点。在这种历史条件下,关于科学技术与社会发展的关系研究便成为中国进行社会主义现代化建设过程中一个必须认真回答的重大课题。数学科学及其技术作为科学技术的一个重要门类 and 典范,其与社会文明进程和人类思想文化变革之间的关系研究就成为上述重大课题的一个极其重要的方面。数学科学及其技术作为现代科学技术的强劲浪潮之一,正以其无可比拟和不可替代的方式改变着社会体系的运作方式、运行机制及其结构。信息革命和新技术革命正受到来自数学发展及其技术进步的强有力的支配。在新技术革命和信息革命浪潮中,数学及其技术已成为最宝贵的思想与理论财富。数学作为信息技术的理论基础之一,是信息社会合格公民的基本素质单元。数字化已成为“后信息时代”最强有力的技术支援系统。

三 数学文化的基本理论架构

数学在从单纯的科学观向综合的文化观的范式转换过程中,逐步显现出以下基本理论特征:

首先,数学是传播人类思想的一种基本方式。作为数学文化传播的一种载体,现代数学语言是一种高级的人工语言。数学是人类文明史上最早的语言形式之一。作为人类语言的一种高级形态,当代数学语言是科学语言和世界语言的典范。数学文化是人类智慧与创造的结晶。数学文化的历史以其独特的思想体系,保留并记录了人类在特定社会形态和特定历史阶段文化发展的状态。数学史研究表明,在古代不同民族、不同国家之间的文化交流过程中,数学是重要的传播内容和媒体。数学语言的统一性是数学文化统一性的重要标志。数学语言作为国际科学交流必不可少的一种语言,逐渐演变成一种世界语言。现代数学语言为包括自然科学、社会科学等在内的所有科学提供了一种量化研究的有效工具。数学语言在信息技术、计算机语言和人工智能等高科技领域发挥着重要的作用。精确适当的数学语言是数学理论日臻完善、数学理论创新的重要保障。数学语言发展的一个基本趋势是高度的抽象化、符号化和形式化。数学语言具有符号表意、运算、推理、思维等功能。这种功能伴随着数

学理论的创立而发展,如韦达的字母符号语言对代数发展的作用,语言对微积分严格化的作用,集合论语言和数理逻辑语言对数学基础研究的作用等。数学语言的内在逻辑化结构与数学知识对客观世界量性规律的揭示这两者的统一,决定了数学语言强烈的语用功能。这种语用功能主要表现在两个方面。数学语言对其自身的理论建构具有不可替代的作用,而且更重要的是在当代信息社会,它为各门科学的数学化奠定了广泛普遍的基础。

其次,数学是一个动态的、充满活力的、时时生长的、具有进化机制的科学生物体。数学作为相对独立的知识体系,其基本特点是抽象性、统一性、逻辑性、严谨性、形式化、模式化、模型化、广泛的应用性和与其他文化形式之间高度的互渗性。数学作为科学体系的发展模式,体现了数学知识结构的特点。数学研究的对象是一个动态的概念体系。它随着数学在不同历史时期的发展而被赋予逐步变化、越来越丰富深刻的特征。随着数学认识的深化,数学的抽象化、严谨性和形式化水平越来越高。数学研究领域的不断扩展揭示出其不同分支之间极其深刻的内在联系,数学因而而被赋予层次更为多样的统一性。数学模式与模型成为联接抽象理论与现实世界的桥梁。著名数学家、逻辑学家怀特海在其《数学与善》的讲演中把数学看作是对各种类型的模式进行理智分析的活动,认为“数学对于理解模式和分析模式之间的关系,是最强有力的技术”^[3]。《今日数学》、《明日数学》的主编、美国数学家斯蒂恩论述道:“数学是模式的科学。数学家们寻求存在于数量、空间、科学、计算机乃至想象之中的模式。”^[4] 麦克莱恩在“数学模型——对数学哲学的一个概述”一文中论述道:“数学在于对形式结构的不断发现,而形式结构则反映了客观世界和人类在这个世界里的实践活动。强调的是那些具有广泛应用和深刻反映现实世界某一方面的结构……换句话说,数学研究相互关联的结构。”^[5] 数学是关于模式和结构的科学的表述,能较好地解释数学的演绎性与经验性、理论性与现实性的辩证关系。模式这一概念所具有的高度的概括性和层次性,涵盖了从抽象理论到现实经验之间的各种“谱系”。对数学的语言(符号、形式等)、科学工具性、抽象性、应用性、结构性等(数学的特点)都有很好的解释功能。

第三,数学具有科学与人文的双重学科性质和精神价值。数学除了在整个科学体系中的科学典范地位之外,还具有超越科学范畴的本体论意义和认识论价值。这种超出科学精神内涵的,或者说无法完全用科学精神涵盖的价值取向就是更为广泛的数学的社会文化价值。在前现代形式下,数学固有的、片面的功能性、工具性价值及其对主导文化的依附性曾严重地扭曲了数学的文化形象。对现代性思想而言,数学的一个重要的认识论价值就是在为现代科学奠定数学化基础的同时,驱除了各种反科学文化形式对人类理性和科学认识的损害。虽然在法国启蒙主义者那里,神性被逐步逐出数学与科学研究领域,但其用实证主义精神看待一切人类文化,并把数学化、科学化作为一切研究的尺度的理念却损害了人类文化的多样性和内在统一性。而在被哈耶克称为“科学的反革命”的唯科学主义思潮中,数学和自然科学具

有的内在的人文精神都被严重地忽略了。需要指出的是,数学虽然与自然、社会和人文科学有着千丝万缕的联系,但在学科分类看,数学既不隶属于自然科学,也不能划归为人文或社会科学,数学是一门相对独立的学科。事实上,数学精神不仅是科学精神的典范,而且其本身还具有极其珍贵的人文精神。数学是数学科学及其技术与社会、文化之间联系的一条文化纽带。而数学的人文性质也不应该仅仅被理解为数学在人文、社会科学中的应用或人文、社会科学的数学化。龚育之教授认为:“科学精神本身,也有深刻的人文意义。近代科学的诞生,把人从神权的奴役下解放出来,这不是充满着人文精神吗?自动化和信息化技术的发展,把人从繁重的单调的劳动中解放出来,控制论的奠基人维纳的著作,书名就叫《把人当人来用》,希望改变把人当机器来用的状况,不也是充满人文精神吗?”^[6] 数学无疑具有超越单纯科学主义的知识价值,例如仅从知识发生学的角度看,数学就比其他科学知识体现出更多的主体建构性。著名的科学史家萨顿的看法是十分中肯的:“只有当我们成功地把历史精神和科学精神结合起来的时候,我们才将是一个真正的人文主义者。”^[7]

第四,数学真理是一个包含着刻画、描绘、解释自然、社会、文化、人文等多种现象和学科在内的具有多重模式真理性的体系。数学自诞生时就是描绘世界图式的一种极其有效的方式。数学作为关于模式和结构的科学,其基本的过程是对现实世界原型、现象和各部门科学原理进行数学化处理的结果。20世纪以来,数学、自然科学、人文科学各自的发展及其相互关系呈现出许多新的特点,数学真理获得了许多新的意义。数学真理正超越其自然真理性并显露出越来越多的文化建构性。数学真理从追求一劳永逸、一成不变的、形而上学的、绝对永恒的知识体系及其价值,转化为追求分解了的、可实现的子目标和按逻辑程式、知识法则和思维方法所设置的各种可能的、多样化、具有谱系学特征的理论框架。数学真理是一个具有鲜明层次和等级的、开放的、动态的理论体系。^[8]

这种开放性和动态性为发现新的数学真理留下了充裕的空间。数学真理除了包含已知应用领域的大量现实性真理和描绘自然现象、刻画自然规律的自然真理之外,还生长着在未知领域和理想化状态下广泛的理论建构和理论模式。现实与应用对数学真理具有多重选择性。多元性、谱系性、社会性和解释学已日益成为数学真理的新特征。

第五,数学是一个以理性认识为主体的具有强烈认识功能的思想方法结构。从思维科学的角度看,数学思维是以理性思维为核心的包含多种思维类型在内的完整的思维空间。数学是孕育理性主义思想的一个摇篮。数学作为理性主义的典范,其思维活动体现了理性思维的精髓。^[9] 数学思维不仅包括逻辑思维,还包括直觉思维、想象力和潜意识思维。思维的不同类型的精妙绝伦的匹配和组合,不仅是数学思维的精髓,而且是一切科学思维的本质特征。从更广泛的意义上看,数学思维与人类思维的关系可以用“全息律”或“全谱系”来加以概括和描述。从较低级的数学感知觉、数学经验

到较高级的数学悟性与数学审美,其间排列着数学推理、数学运算、数学直觉、数学猜想、数学类比、数学归纳、数学想象、数学灵感等形式,它表征着人类思维从简单、隐约、模糊、直观、感性到复杂、清晰、明朗、抽象、理性的巨大跨度和演变进程。在数学思维活动中,数学直觉、数学悟性、数学美感、数学想象与坚实的逻辑推理交相辉映,共同奏响美妙的数学乐章。数学的理性认识价值是合乎逻辑又超越逻辑的。逻辑与非逻辑在数学认识过程中的作用是互补的,而且随着现代逻辑的发展,逻辑与非逻辑的传统界限已被打破,许多超越传统经典逻辑思维形式的新的逻辑类型亦开始在数学思考中扮演重要角色。

从20世纪后半叶以来的数学发展趋势看,一个很重要的特点就是数学研究范式从单纯的唯理主义模式(即通过严格的逻辑演绎推理程式获得数学知识的可靠性)向经验主义模式(依赖于非逻辑演绎方式得到的数学)的转换。这一转换与计算机的现代发展有密切关系。在信息技术条件下,数学的方法论性质也开始产生了变迁。从传统的以推理论证为主的研究范式逐步扩展为包括计算机实验在内的新型研究方法。以纸和笔为工具的传统数学研究范式正逐步让位于以计算机为辅助工具的新型研究范式。计算机数学、实验数学应运而生。20世纪后半叶以来,波利亚、拉卡托斯等一批数学家和科学哲学工作者首先突破逻辑实证主义的禁区,不仅深入研究数学与科学发现的逻辑,而且认识到“发现的逻辑”与“检验(证明)的逻辑”具有内在的统一性。这就赋予数学认识发生学以新的内涵。

第六,数学是一个由其各个分支的基本理论和思想交叉组合构成的具有丰富内容和强烈应用价值的技术系统。数学除了其基础理论和各科分支在多种学科日益庞大、复杂的渗透之外,随着数学方法在各个领域的拓展,特别是与计算方法有关的数学方法的广泛应用,数学越来越呈现出其高技术的特点。无论是编码、统计、滤波、控制、规划、最优化、对策论、通讯技术、计算机、网络和人工智能都从数学技术的最新发展中获得了动力和基础。例如在“人类基因组计划”研究中,“生物信息的序列化,提供了研究生物这样复杂的系统可比的、定量的数据,即生命科学以序列为基础。提供了使用大型计算机解读遗传信息的可能性。这是21世纪的生命科学区别于以前的生物学的最主要特点……生命科学第一次成为数据导向的,而不再是仅仅以假说与概念为导向的科学。”^[10]应该看到的是,数学的技术性凸现也给我们提出了许多新的课题。例如我们不能再仅仅把数学的文化形象定位在其技术性上。数学具有科学性与技术性双重性质。数学及其技术越来越紧密地与社会发展和人类思想进步结合起来。数学已从为自然科学提供语言和工具的间接形式转变为直接参与并促进生产力发展的技术形式,“高技术本质上是一种数学技术”的观点已被广泛认同。

第七,数学具有强烈的艺术特征与美学特征。数学不仅是一门科学,而且是一种艺术。数学美学作为研究数学自身

独特美学特征、功能与结构的交叉学科,将成为美学园地的一朵奇葩。数学的美作为科学美的有机组成部分和典范,开创了科学美研究的新维度。数学的真表征着数学的科学价值,数学的善表征着数学的社会价值,那么,数学的美则表征着数学的艺术价值。数学的美是一种理性的美、形式的美、结构的美。数学在语言、体系、结构、模式、形式、思维、方法、创新、理论等各方面都具有丰富的美学意蕴和表现形式。数学美感和数学审美意识作为数学工作者的一种高级的数学素养,对数学创造与发明具有不可忽视的引导作用。作为最初数学真理的一种衍生形式,数学美的发展有可能成为一种相对独立的知识因素。数学美学除去其自身的开拓美学新园地并对科学美学做出自己的贡献之外,还有探索数学自身的科学结构演变和知识发展与进化规律性的目的。在这个意义上讲,数学的科学性与艺术性就被统一起来了。数学的美具有把科学与艺术相融合的价值。数学的美学特征能够在科学与艺术之间架起一座桥梁。如果再把数学的社会维度考虑在内,就形成一个三元的知识判定、功能鉴别和价值评价体系。在这一动态三维坐标系中,数学的真、善、美能够获得一种内在的同质性。

数学文化用辩证综合的视角审视数学世界及其现象,并试图给出自己独特的回答。数学文化研究的兴盛是数学哲学后现代转向的一个必然产物。数学文化研究,为我们认识数学的本质和科学性提供了一个崭新的角度。可以期望的是,随着数学文化研究的深入开展,数学文化学的理论体系将会逐步建立起来。

【参 考 文 献】

- [1]郑毓信. 数学哲学:20世纪末的回顾与展望[J]. 哲学研究,2000(10):73,76-77.
- [3]林夏水. 数学哲学译文集[M]. 北京:知识出版社,1986. 350.
- [4]郑毓信. 数学教育哲学[M]. 成都:四川教育出版社,2001. 13.
- [5]邓东皋. 数学与文化[M]. 北京:北京大学出版社,1990. 121.
- [6]龚育之. 科学精神:社会和人文进步的推动力[A]. 王大珩,于光远. 论科学精神[M]. 北京:中央编译出版社,2001. 50.
- [7][美]乔治·萨顿. 科学史和新人文主义[M]. 陈恒六,刘兵,仲维光译. 北京:华夏出版社,1989. 12.
- [8]黄秦安. 数学真理观的后现代转向[J]. 南京大学学报,2003(5).
- [9]黄秦安. “逻各斯”的神化与理性主义的解构及重建[J]. 陕西师范大学学报,2003(2).
- [10]中国科学院遗传所人类基因研究中心. “人类基因组计划”及其意义[J]. 自然辩证法研究,2000(9).

(责任编辑 成素梅)