

【思想文化研究】

论中国古代科学技术终结的数学原因

曹胜斌

(长安大学 人文学院, 陕西 西安 710064)

摘要: 中国古代数学在许多方面不同于西方数学, 与科学思维特征相背离, 无法成为近代科学的思维和表达工具, 这是中国古代科学技术没能走出工匠传统而致终结的重要原因之一。

关键词: 中国古代科学技术; 终结; 中国古代数学

中图分类号: N09 文献标识码: A 文章编号: 1671-6248(2003)02-0003-04

On the Windup of Chinese Ancient Science and Technology from the Development of Mathematics

CAO Sheng-bin

(Institute of Humanities and Social Science, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: The paper discusses the rootstock about the windup of the Chinese ancient science and technology. According to the paper, the western modern science is the extension and development of mathematical tradition and mathematics nature view from Ancient Greece, but Chinese ancient mathematics view and mathematics methodology are very different from western mathematics. This is one of the impartial rootstocks about windup of the Chinese ancient science and technology.

Key words: Chinese ancient science and technology ; windup; Chinese ancient mathematics

中国古代科学技术在一个相当长的历史时期处于独立发展之中, 逐步形成了独具一格的科学技术体系, 它有着丰富的内容、顽强的生命力和创造力, 为人类社会的发展贡献了包括造纸、印刷、火药、指南针在内的许多重要实用技术, 曾经在中世纪及近代早期居于世界领先地位。但是同古希腊的科学技术体系以及源于古希腊文化的近代科学技术体系相比, 受中国古代文化、宗教、社会制度等方面因素的影响, 中国古代科学技术体系有其内在的缺陷, 终致没能走出古代形态, 产生近代科学。随着封建帝国的土崩瓦解, 中国古代科学技术也就宣告终结。这耐人寻味的终结, 长期以来受到中外学者的关注。笔者在此从数学方面探讨中国古代科学技术终结的原因。

一、不同的数学理论结构

西方数学重视抽象、演绎, 追求理想的公理化体系。作为希腊哲学重要的一派, “毕达哥拉斯学派认

为数就是存在由之构成的原则, 就是存在由之构成的物质。”^[1] 柏拉图学派关心数学的证明, 关心推理过程的方法论, 追求完美的理想。他们强调要将知识加以演绎整理, 提倡研究的任务是发现自然的规律并把它在演绎的体系中表述出来。正是由于希腊人的努力, 西方数学研究确立了这样的传统: 一切数学结果必须根据明确规定的公理, 以无懈可击的演绎法推导出来。这种传统集中体现在欧几里德的《几何原本》之中。可以说欧几里德的公理体系是西方数学理论体系的第一个范式, 对数学和整个西方科学的发展发挥着巨大的理论示范作用。自那时起, 西方数学家们一直采用的主要方法就是欧几里德式的形式推理方法, 坚持数学的公理化体系的内部一致性和完备性。

欧几里德几何理论的示范作用还突出表现在它对数学思维的训练作用。凡是学习欧几里德几何的人, 没有不被它的简洁性、严密性和内在的美感所吸

引,它能使人们很快地领会数学推理的真谛。这就使得以后的西方数学家不断努力去寻求数学定理的严格证明,遵照演绎推理的原则,把数学成果整理成公理体系。

重要的是,数学的公理化结构的示范作用还超出数学领域,影响到自然科学各个领域的理论,促使许多科学家努力将自然知识发展为数学式的概念、定理体系。无论是托勒密关于行星体系的论著,哥白尼的《天体运行论》,还是牛顿的《自然哲学的数学原理》,以及麦克斯韦电磁学理论,都渗透了这种数学式结构化精神。在一定意义上可以说,近代自然科学理论结构实际上是欧几里德几何晶体结构的放大。

中国古代文明中有许多杰出的数学成就。刘徽的割圆术、祖冲之对圆周率的研究、天元术、四元术等,这些重要成果标志着中国当时的数学研究达到了相当高的水平。中国数学还发展了出色的计算技术和计算机以前最有效的计算工具——算盘^[2]。可是,在中国古代数学发展史上,没有出现公理化的数学理论体系。这既妨碍了作为科学工具的数学自身的发展,也阻碍了抽象化、系统化科学知识体系的形成和发展。

早在春秋战国时期,儒家、道家的哲学思想已经形成体系。中国的哲学中有着鼓励独立思考、鼓励怀疑和思辨的传统。在当时,无论是儒家的内在的人本主义,还是道家传统的自然主义,都是有助于科学理论的发展的。但是,中国的思想家并不注重对于概念下抽象而明确的定义,他们的学说带有太重的整体直觉和实用经验的因素。在他们的著作中,许多重要的概念是直接提出来的,有时则是用一些具体例子来加以说明^[3]。这样非演绎化的理论(体系)传达给读者的知识缺乏逻辑恒常性,读者以自己的理解去体会它。稍隔一段时期,就需要学者们耗费巨大的精力去注解和考证,而他们的注解又需要再注解再考证。尽管如此仍然不能完全明白作者原意。

中国传统哲学妨碍了公理化数学体系的建立。在中国数学史上占有重要地位的大部分著作,主要是由一些问题和解法构成的“算术集”。例如中国算学的经典著作《九章算术》包括 264 个数学问题以及解决这些问题的答案,但是对于与此有关的数学理论却没有给以足够的重视。刘徽在《九章算术注》中不但整理了解题方法的系统,而且创立了许多新方法,阐述了一些解法的原理,甚至是极为重要的思想。但是也没有形成欧几里德几何那样的数学范

式。至于其他的著作如《孙子算经》、《夏侯阳算经》、《张邱建算经》,包括《缀书》这样重要的数学著作都更象是一本数学问题集^[4]。

二、不同的数学发展模式和成就

发展数学就是提出和解决数学问题,就是将数学问题及解决问题的方法纳入公理化的理论体系。数学研究可以采取经验的方式和纯理性的方式。所谓经验的方式是以其他经验知识为模型,从这些模型中获得数学的灵感,从对经验知识的抽象中获得数学概念,建立此类经验知识的数学模型,再通过数学模型的推演精确地作出预言,以指导实践。这在物理学中表现得尤其明显。没有对于波动过程、热传导过程、流体过程等物理过程的了解就不可能有偏微分方程的完整理论。相对论、量子力学、规范场论都是物理数学的统一体。纯理性的方式也是形式主义的方式完全抛开经验实体的模型,研究用数学形式符号描述的问题本身,用逻辑的方法推导各种结果而不考虑这些结果是否有什么实际意义。纯理性的数学研究使数学理论从自然界和其他经验科学中脱离出来,按照数学的形式规则自行发展,使其成为自然科学通用的数学理论工具,并引导各门经验知识也走向纯理论研究。

在西方,数学很早就超越了经验研究方式,形成了自己的抽象逻辑体系,是一门“学”,是成体系的学问,并借助理性研究方式不断完善和发展,成为推动一切经验知识的进步工具。

中国数学的发展走过了和西方数学不同的道路,取得了不同的成就,对科学技术的发展产生了不同的影响。打开中国古代数学史,数学主要是经验方式的研究,始终围绕着实际需要积累和解决数学问题,较少采取纯理性的方式,表现为不用形式符号描述数学问题,也不用逻辑的方法推导各种结果。这使得数学理论始终不能从哲学和其他科学中脱离出来,而按照数学的形式规则自行发展。中国的价值观念使数学理论的研究被长期忽视,造成了传统数学理论结构中的先天不足:没有明确的、形式化的、可以进行社会交流的数学定义,不重视证明和演绎推理,更谈不上公理化的数学体系。

中国传统的数学研究着眼于发展计算方法和对一些数学问题的具体解法的探索。作为高层次的数学研究活动即理论上的抽象和探索只是极个别现象,纯形式的研究更是罕见了,甚至连数学的语言——符号与公式也没有改进到便于使用的程度。数

学的发展不仅依赖于同代人之间的交流,而且需要代代相传。由于缺乏符号和公式化数学体系,使数学研究无法获得迅速的、持久的进展,而且已经取得的成果还会失去或长期被埋没。在中国历史上,大量的数学著作一再遭受被毁灭失传的厄运。于是,前人的成果后人还要从头摸索。例如祖冲之的《缀术》在宋代就已失传。宋元时期的数学书籍到了明朝又大都失散。中国古代的数学传统到了明朝几乎丧失殆尽,当时的数学水平还比不上一千多年前的《九章算术》。

在中国古代,数学在中国的传统学术中始终只有附庸的地位,对中国文化发生重大影响的各家学派都不屑谈及数学,诸子百家没有一本数学著作流传于世。数学始终被称为一种“术”,一种济世之术,不登大雅之堂的术。如果说在唐朝还在教育制度和科举制度中保留数学的地位,那么到了元朝,新恢复的科举制度干脆将数学的内容完全砍去。于是算学的重要著作失传,数学不仅没有得到发展,而且在许多方面倒退了。

当然,数学研究是大家公认的高度抽象的思维活动,数学作为一门独立的学科有其内在的发展规律性,大量的数学成果是由一些天才的数学家摘取的。但是也应该看到,中国古代社会的文化模式对数学的理论结构、数学研究的模式长期消极而深刻地影响,改变了数学发展的进程,使它在研究方式上停留在经验的总结积累,而不是理性抽象推演;在成就上集中于算术和代数问题的个案式解决,而不是公理化数学体系的建立;在社会发展模式上仅仅是其他学术的可悲附庸,而不是整个学术的高贵的示范者;其经历了两千多年的艰辛历程之后,在近代已是动力衰竭,陷入停顿甚至倒退。而西方近代科学正是在重新发掘演绎数学工具和实验观察方法对认识自然的有效性基础上产生和发展起来的。在近代中国,数学已经停滞,传统实用科技体系已不可能向前推进。随着近代西方数学—实验型科学技术的传入,中国古代实用科学技术走向终结是它不可避免的命运。

三、数学与中西自然观

西方近代科学的产生是直接奠基在自然的数学化这一信念的基础之上的。这一信念来源于古希腊毕达哥拉斯学派的“万物皆数”、世界乃“数的和谐”的哲学思想。为此他们创立了纯数学,并把数学特别是几何学发展成为一门高尚的学术,试图用数学

去理解外部世界,建立宇宙的模式^[4]。受到这种古老而神秘观念的鼓舞,柏拉图一派则将这一观念与超越物质实在的理念结合起来,从而与宗教神学一起创造了一个西方中世纪几何学的上帝和神创几何学世界。西方人相信正是这位几何学家的上帝,把数学的严密性注入自然,使人们能通过数学来理解自然。近代自然科学正是在实验的经验主义与数学神秘主义结成联盟,对亚里士多德的逻辑理性主义和经院哲学结成联盟的艰苦斗争中产生的。

而另一部分西方学者,诸如阿基米德、托勒密则将可将推演的几何学和可观察的宇宙结构结合,这导致了西方数学化自然观的不懈努力,由此推动了数学和自然科学的发展。

那么,自然的数学化对近代科学意味着什么呢?首先,自然数学化观念使西方学者将自然与人类相分离,将人(认识主体)置于自然(认识客体)的对立面,这十分有利于科学的发展和进步。近代实验科学之父伽里略认为自然界的真实的和可理解的是那些可测量、定量的第一性的实在,而事物的质、颜色、声音之间的差别等在自然的结构中是不存在的,不过是人们的感官上的差异所造成的,只是一些表象。这样,伽里略的自然是一个纯量的世界,自然不仅站在它的造物主的对立面,而且还站在它的认识者的对面,因此上帝和人类都是超自然的。更进一步,伽里略认为物理学应探讨(测量)运动是“怎样发生”的事实问题,而不应探讨运动“为什么发生”和“为什么有不同”价值的问题,因为“为什么”是属于形而上学和神学的研究范围^[1]。这种人和自然、价值世界和事实世界的分离态度使伽里略迈出近代自然科学的最初的,也是最困难的一步,从经院哲学在分析运动变化时所采取的模糊的目的论的范畴,跳到关于时间和空间的确定的数学观念上;从寻求运动变化的虚无缥缈的最终因,跳到找出描述地球局部运动的数学关系上,这就使物理学和整个科学走出了神学和哲学形而上学的阴影,走上独立的发展道路。

其次,数学化自然观要求科学发现自然界理想的数学结构,把它在演绎系统中表达出来,并通过严格演绎作出可以检验的精确预言。从库恩的范式理论来看,“数学化”对科学共同体的形成具有重要意义。他把范式的涵义集中在三点上:“符号的概括、模型和范例”,而符号的概括、模型在科学中,特别是物理学中往往是以数学公式而出现的。正是在此基础上,科学共同体展开了自己的研究和评论。

然而从逻辑上看,自然的数学化和理想化并非

无懈可击,因为它无法协调经验事实的含糊性和特殊性 with 数学命题的精确性和普遍性之间的矛盾。爱因斯坦说过“只要数学的命题涉及实在,它们就是不可靠的;只要它们是可靠的,它们就不涉及实在”^[3]。从哥白尼、伽里略到牛顿把数学化的自然提到理念的高度,科学成功地用数学模型描述了自然界,这也就是自然数学化的涵义,也是西方自古以来的不懈追求,也是近代科学的成功所在。胡塞尔曾将牛顿对自然的理念化过程进行过详细地分析。胡塞尔指出摆在我们面前的一方面是精确的数学理念,另一方面是模糊的经验自然,联系两者的是测量的技艺活动;整个自然的理念化过程就是在测量的活动中,经验的自然不断向理念的数学无限接近的过程。首先,理念的数学通过指导测量的活动降到经验的自然,成为一种认识实在的一般方法。其次是把自然事物的形状方面直接数学化。再次是把自然事物的质料方面的间接数学化,即通过测量的活动,把事物的质料性的东西,如声音、冷热等等转换成声振动、热振动的测量数值,即“把它们变成纯粹形状世界的东西”。“由于测量都是获得一种向永远不能最终达到的有关理念的极标,即向有关的数学上的理念不断趋近的意义”,结果牛顿“就以数学的方式构成的理念的世界偷偷摸摸地取代了作为唯一实在的、通过知觉被给予的经验的世界,即我们日常生活世界”。换句话说,用数学化的理念的自然代替真实的自然,使我们对真实自然的经验认识纳入了一个不断精确化的趋真的规范道路,这就是牛顿革命的实质,也是西方近代的基本特征之一。

现在让我们来考察中国古代的自然观与数学的关系。在中国古代圣哲中也一直广泛存在关于数的神秘主义观念。诸如“道生一,一生二,二生三,三生万物”(《老子·四十二章》)。蔡汉从认识论的角度指出“顺数知物之所始,逆数则知物之所终。数与物非二体也,始与终非二致也。……知数即知终也”^[4]。然而这种毕达哥拉斯式的思想始终未能在中国产生出数学化的自然观。究其原因如何?这和中国古代哲学占优势的有机整体自然观念有密切的联系。

首先,有机主义自然观排除了一个以数学家身份而出现的上帝。在中国古人那里,自然是指自生自发、自然而然的意思。它强调“自然之势也,……万物固以自然”(《淮南子·原道训》第一章)。自然的秩序不是建立在一种神的权威之上,而是建立在一种循环责任的概念上。宇宙有机体的每一部分由于其

本身内在的强制力和出于其本性,都自愿地在这个整体的循环反复之中完成其功能。这种有机自发的自然秩序排除了上帝对自然的干涉,举凡机械的、定量的和外部强加的东西都一并被排除掉。正如李约瑟指出“由于缺乏一位人格化的上帝,本来由于一个自然界的创造者的合理性而能够加以描绘和重述的那种精确公式化的抽象法律的概念,在中国就没有出现过”^[4]。同时,这种有机自发性的自然秩序导致一种对自然“无为”的认识论态度,它意味着通过基本上是科学的观察态度取法自然,强调“格物致知”的内省和直觉的态度,这种思维方式与具有演绎性质的数学和近代科学的思维方式是相抵触的。

其次,有机主义自然观把宇宙看作是一个活的有机体,天地人、有机界和无机界、物质和精神、人类社会和自然环境之间,并没有严格的界限,组成一个有机的网络。与这种自然观相互应,中国古代思想传统的精神基础是伦理学,是以人为中心展开的知情意一体化的认知模式。道德、政治、反思的思想、知识都统一于一个哲学家之身,知识和德性在他身上是不可分的,他的哲学需要他生活于其中;他以身载道,遵守他的哲学信念而生活,这是他的哲学组成部分。他要做的事就是修养自己,连续地、一贯地持无私无我的纯粹内在的经验,使他能和宇宙合一。这种自然和人的价值世界和事实世界的融合,不利于对自然的数学化。因为数学属于事实世界,而不属于价值世界。当然中国古人也就无从发展出近代实验——数学科学。

总之,由于中国古代缺少西方自然的数学化观念,结果使牛顿式的数学化的自然知识体系始终未能产生,这也是中国未能产生近代自然科学的主要原因之一。

参考文献:

- [1] [英] W·C·丹皮尔著,李 衍译. 科学史[M]. 北京:商务印书馆, 1979.
- [2] 杜石然. 中国科学技术史稿[M]. 北京: 科学出版社, 1982.
- [3] 冯友兰. 中国哲学简史[M]. 北京: 北京大学出版社, 2000.
- [4] [英] 李约瑟, 中国科学技术史翻译小组译. 中国科学技术史(第三卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1978.
- [5] [美] 爱因斯坦. 爱因斯坦文化(第一卷)[M]. 北京: 商务印书馆, 1983.