

● 学者论坛

从《大汇编》谈现代科学起源

陈方正

现代科学起源于西方,这没有争议。但为什么起源于西方,而不起源于譬如说中国?这就有种种不同看法了。在国人中相当有影响力的一个见解是:在古代,西方和中国科学发展程度相差不远,只不过到了文艺复兴时代西方突飞猛进,而中国则由于心性之学的影响停滞不前,其后遂产生极大差别。这一见解与李约瑟(Joseph Needham)的看法虽不完全一样,但其实十分相近。因为第一,《中国科技史》给人一个印象:中国古代科学是极其丰富和先进的;第二,李约瑟认为中国科学发展是连续和稳定上升的;西方则是不连续,有跳跃式涨落的,目前数百年刚好是西方科学上升而超过中国的时期。^①

在底子里,这两种看法反映了同一基本观念,即西方科学在现代的优胜并非源于社会、文化的差异,或本质分别,而只不过是一种暂时性或偶然性(incidental)现象。从民族自信的立场来看,这个观念很迷人,但它是否与事实相符,却是需要仔细考究的。

我们在这一简短报告中,不可能全面考察和比较东西方科学,甚至单单论述任何一个传统的科学发展梗概亦势所不能。我们所

① 参见《科学传统与文化》。

会尝试的,只不过是西方一本关键性科学著作——即托勒密(Ptolomy)的《大汇编》(Almagest)——的传奇命运,来看现代科学出现的经过,从而希望对现代科学起源这个大问题的,提供若干解答线索。

一 站在巨人的肩膀上

现代科学的出现以十七世纪下旬牛顿的《自然哲学的数学原理》为标志,这是大家熟知的。牛顿是不世出的天才,他的经典力学和微积分学是石破天惊的大发现,但却绝非凭空创造出来。如所周知,经典力学中的运动三定律,可说是根源于他的前辈伽利略在《两种新科学》(1638年)这部巨著中关于惯性(inertia)、下坠体、加速、抛物线、斜面上运动、地动等许多问题的论述;万有引力定律的证验则与另一位前辈刻卜勒的行星运动三律有密切关系。当然,刻卜勒之所以能够发现行星的轨道是椭圆而非圆形(椭圆的偏心率极小,所以二者相差甚微),是由于得到了第谷积数十年的精密天文观测数据;而首倡“日心说”(heliocentric system)的哥白尼则又是他们这许多人的前驱。所以,牛顿继承了一个最少有二百年,而且在不断发展的强大科学传统(图1)。他说自己“站在巨人的肩膀上,所以望得更远”,那绝非空泛的自谦之词。同时,我们得知

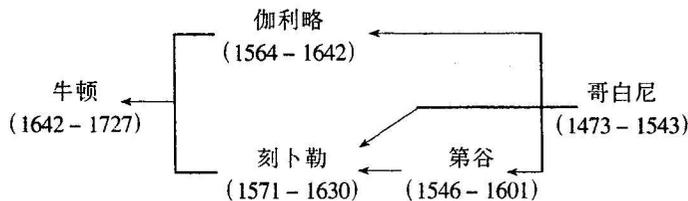


图1

道,开创这传统的哥白尼本人,又继承了另一个更早的科学传统:即使从最直接的意义来说,这个所谓早期文艺复兴传统也有三百年之久,即从十二世纪开始,直至十五—十六世纪文艺复兴时期为止。

二 在文艺复兴之前

欧洲现代学术的萌芽,其实要追溯到十二世纪的古典翻译运动以及大学的创办。例如,十五世纪的哥白尼是在波兰(也可说是德国)的克拉考(Cracow)大学受教育,并且深受著名天文学家阿尔拔·布鲁兹乌(Albert of Brudzewo)影响,后者所讲授的课本则是著名前辈德国天文学家波也巴赫(Peurbach)所著的《新行星理论》(1472年出版)。这一本当时流传极广的论著是从另一本自1200年左右即开始流行的佚名著作《行星理论》衍生出来;而后者很明显的是十二世纪中叶重新在欧洲出现的《大汇编》的一个简述。除此之外,哥白尼还通过另外一些途径直接受《大汇编》影响:其一是波也巴赫和受他影响的年轻学者拉哲蒙坦那(Regiomontanus,原名 Johannes Müller)共同编著的《大汇编提要》(1496年出版),以及在

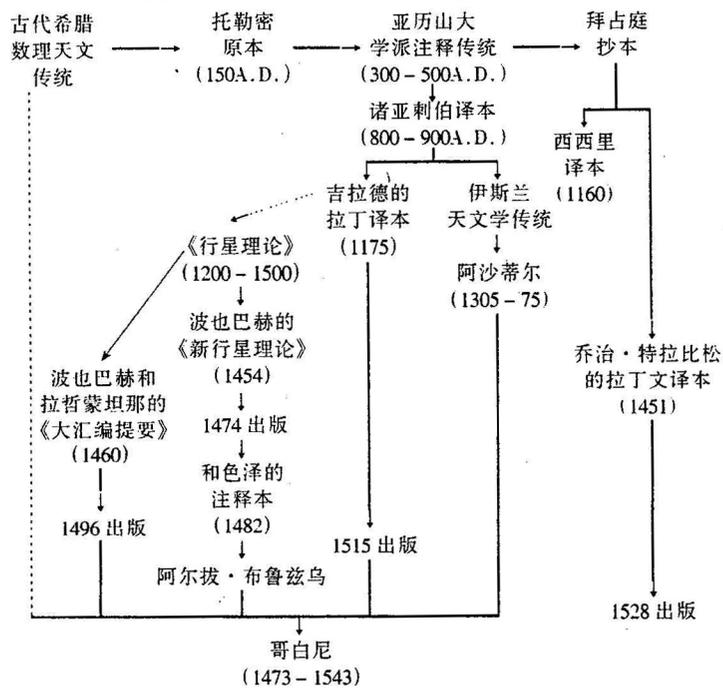


图 2

1515年初次印行出版的《大汇编》拉丁文全译本。

哥白尼最早期的著作是1500年前后完成的手稿本《短论》(Commentariolus),在其中他已罗列了日心说的基本观念,可是并没有详细计算。另一方面,他在1529—1532年间完成的主要著作《天体运行论》却是一部完备的数理天文学论著,他的许多通讯显示,这部巨著是深受《大汇编》全译本所显示的方法和规模影响的。

这所谓影响,主要是指数理天文学的架构和方法;至于《天体运行论》的另一个主要构成部分,即地动的思想,也并非哥白尼的凭空创造。根据他在《短论》中的自述,这一思想的源头甚至更早于托勒密乃至阿里斯多德,而可以追溯到公元前三至五世纪的希腊古代天文学理论;同时,他有关地动的天文数理模型似乎又受到《大汇编提要》及至十四世纪伊斯兰天文学家阿沙蒂尔(ibn al-Shatir)的启发:《短论》和《天体运行论》中所用的某些图解和参数,都奇特地和这些前辈相同。因此,哥白尼本人的学术渊源(图2)是相当复杂的:它不但和十二世纪的早期文艺复兴有关,并且牵涉到伊斯兰和整个古代希腊的数理天文学传统。而从公元第二至第十六世纪这1500年间支撑这一传统的梁柱正是《大汇编》。

三 《大汇编》的起源与失传

在近代科学发展史中,托勒密向来和教皇、阿里斯多德一起,被视为反面人物。在一般人观念中,他的所谓“地心说”,只是错误的反面教材而已。然而,单单从哥白尼至刻卜勒这数代绝顶聪明和勤奋的科学家所受《大汇编》影响之深,以及他们前后用了超过一百年工夫才能够合力提出一个新的替代理论来,便可以想见这一本著作的精深和重要。正如没有经典力学的基础,那么很难想象相对论和量子力学会出现,同样,没有《大汇编》的基础,那么哥白尼的《天体运行论》或刻卜勒的《新天文学》恐怕也一样是难以出现的。况且,《大汇编》的命运要比这些后继的著作坎坷多了,它之所以能够相当完整地留传下来,不能不算是学术史上的一个奇迹。

今日的《大汇编》英译本正文有六百多页,近四十万字,包括从原抄本的将近二百个图解,二十余个从观测和精密计算所得的数表(共六十多页),以及约一千颗恒星的经纬度和亮度表(近五十页)。整体上它是从几个基本假设和原理出发,然后利用几何学和球面三角学来详细计算日、月和五大行星的运行,亦即推算这些天体在黄道座标系统中经度和纬度的时间函数,然后将之与历史观测或者他本人实际观测的数据比较。这个庞大、精巧(虽然并不完全正确或准确)以及高度整合的数理天文系统充满了符号、数字、方程式和繁复的推论。即使对今日有专业训练的学者而言,要充分了解它也并非易事。

在公元二世纪中叶,这么一本极其专门和艰深的巨著之所以能够出现,可以说是当时已经累积了将近五百年传统的亚历山大里亚学宫(Museum)所孕育的成果。这个从亚里斯多德开始的传统不但包括了像欧几里德、亚基米德那样的人物,也还有阿波隆尼亚斯(Appolonius)、亚里斯他喀斯(Aristarchus)、赫巴喀斯(Hipparchus)等极重要但较少为国人注意的大学者。至于托勒密本人,则历史记载非常简略。我们只能从他留存下来的作品以及稍后学者的论述推断,他大约是公元100—165年间一位博学的天文学家 and 数学家。他在数理天文学上蒐集前人成绩和自己研究与观测结果的集大成之作便是《数学汇编》(Mathematical Syntaxis)。

这部巨著在公元四至五世纪间还有不少学者评注。但由于罗马帝国征服然后直接并吞地中海东部,从托勒密时代开始,希腊的科学精神已经衰落、萎缩,失去创新力量。六世纪初查士丁尼大帝由于基督教信仰的缘故下令关闭柏拉图在雅典创办的学园(Academy),那可以说是西方古代文化结束的讯号。到七世纪中叶,早期的狂热伊斯兰教徒焚毁了亚历山大图书馆,古代典籍由是遭到毁灭性浩劫。希腊学术传统,包括天文学以及《数学汇编》,就此在西欧中断了。

四 渡过黑暗时期的载筏

对于西欧来说,公元六至十一世纪是一段漫长的黑暗、混乱时期,在这一期间,古代希腊文明特别是它的科学传统似乎已经消失。其实,它有赖于两个当初敌视和企图摧毁这一传统的东方(包括东南欧)文明,即以君士坦丁堡为中心的拜占庭帝国(即东罗马帝国)和以巴格达为中心的伊斯兰教宗国(Caliphate)作为载筏,却能安然渡过黑暗时期。

拜占庭之所以能保存大量希腊手卷并不奇怪,因为它本来就是深受希腊文化影响的一个帝国,而且,为了帝国统治的长期需要,对学术和高等学校的扶植向来十分注重。查士丁尼大帝所针对的,只不过是作为外邦(pagan)学术象征的雅典学园这一机构,而并非希腊文明本身。

至于伊斯兰之成为希腊哲学和科学的保存者乃至发扬者,则是极为奇特,而且,由于资料缺乏,其过程至今还未曾为学者所确切了解。最粗略地说,这大抵是由于亚历山大大帝的东征(公元前334—前322)以及东罗马帝国内的聂斯脱利教派(Nestorians)因教义争论失败而大量东移(公元五世纪中叶)这两个历史事件令中东地区,包括叙利亚、两河流域以及波斯,都“希腊化”(Hellenized)的后果。在查士丁尼大帝封闭雅典学园之后,由于波斯王古色罗一世(Khusraw I)的邀请,许多希腊学者携同典籍移居波斯;其后波斯西南角邻近巴格达的君的萨普尔(Jundishapur)更因而发展成为一个希腊文化中心,这都可以说是中东希腊化的表现。在七世纪伊斯兰教兴起之后,它在大约一世纪之内迅速征服整个中东、北非乃至西西里岛和西班牙的绝大部分。从八世纪开始,巴格达的伊斯兰教士开始以惊人热诚来学习、吸收已在中东扎根的希腊文明,把大量典籍从希腊文或叙利亚文翻译成阿拉伯文。因此,希腊文明,特别是其哲学、数学、天文学和医学,就成为了伊斯兰精英文化的一部分,并且因此而从巴格达传到北非、西西里和西班牙。

在十二世纪,欧洲学者之所以能重新发现希腊古典文化,就是由于从十一世纪中叶开始,西欧对伊斯兰军事压力作出连串强烈反应——诺曼人收复西西里岛(1060—1093年),十字军东征(1099年开始)以及西班牙的基督教侯国收复半岛中央的重镇多勒多(Toledo)(1085年),从而广泛接触到伊斯兰精英文化,并且把大量阿拉伯文的希腊古籍再翻译成拉丁文所致。到了十三世纪,君士坦丁堡曾为拉丁欧洲占据达六十年之久(1204—1261年),有相当数目的希腊文抄本又因此流入西方。大约就在同一时期,欧洲的大学和中古神学、中古科学都蓬勃地发展起来了。这一迂回曲折的文明传播过程大致上可以用图3来概括。

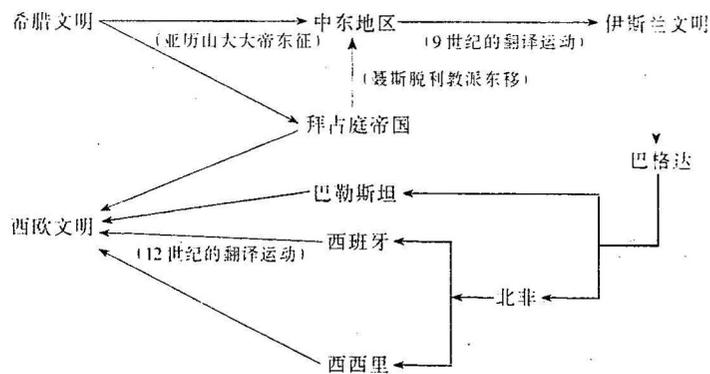


图3

《数学汇编》最早的阿拉伯文译本似乎就是由巴格达的尤索夫(ibn Yusuf)在829—830年间从叙利亚文翻译过去的。这译本的名称是《最伟大之书》(Kitab al-mijisti),到今日遂演变成《大汇编》(Almagest)之名。在九至十世纪之间这一巨著先后出现多种阿拉伯译本,从而刺激了伊斯兰天文学的蓬勃发展。到十二世纪中叶,它的一个希腊稿本首先由君士坦丁堡传到西西里,并在那里被译成拉丁文;随后意大利著名的翻译家吉拉德(Gerard of Cremona)在多勒多把一个阿拉伯文本译成拉丁文;到十五世纪君士坦丁堡陷落于土耳其人的前夕,又有一个希腊文本被克里地哲学家乔治(George of Trebizond)译成拉丁文。但在十二至十六世纪之间影响最大的,基本还是吉拉德的译本。上面提到过的《行星理

论》,很可能就是吉拉德本人所作的《大汇编》简本。哥白尼和其他十六至十七世纪科学家能读到的,也就是1515年印行出版的吉拉德本和1528年出版的乔治本。由于这两个版本分别颇大,因此1538年在瑞士巴塞尔又出版了一个希腊文原本,那大概是拉哲蒙坦那以重金搜购到的善本,是他有意翻译,但是因为早逝而未及完成的。这一复杂流传的梗概也可以从图2看出来。

在17世纪之后,托勒密被冷落了将近两百年。对《大汇编》的研究,要到十九世纪末年才以海伯格(Johan L. Heiberg)所出版的希腊文精校本而复苏,这也间接促成了本世纪初(1912—1913年)曼尼提亚斯(K. Manitius)所出版的相当完善的德文译本。至于英文方面,则要到八十年代才有大突破:1983年彼德臣(Olaf Pedersen)出版了相当详细的《大汇编指引》,为现代学者提供了研究此书入门的途径;翌年图玛(G. J. Toomer)又出版了经过仔细校注的英译本。因此,这一经典巨著可以说是终于再全面展示于世了。

五 科学起源的线索

现在,让我们从《大汇编》回到科学起源的问题。首先,必须承认,就科学作为一种有系统的,推崇理性的学术活动而言,西方传统要远比中国悠久和强大。在东汉时代唯一可以在分量和重要性上与《大汇编》相提并论的中国科学典籍大概是《黄帝内经》和《伤寒杂论》,而后两者也的确成了日后那么独特和重要的中医药学的源头。但在数理等精确科学上我们所能举出来的《九章算术》和《周髀算经》就和《大汇编》相差太远,简直是无从比较。

而且,《大汇编》本身是长达五百年的亚历山大里亚学宫传统的结晶。在这传统开始的一百多年间,就已经有多种学术水平与它相称的重要数学、天文和物理著作出现。而整个希腊科学传统,还可以上溯到雅典的柏拉图学园,乃至公元前六至七世纪之间的米勒蒂斯(Miletus)学派和毕达哥拉斯学派。在中国,唯一有相同历史跨度、影响力和重要性的传统,恐怕只能数儒家了。况且,希

希腊科学本身也自有渊源：留传至今的埃及林德草纸手卷(Rhind Papyrus)和巴比伦汉穆拉比王朝的数千块陶泥版，都是公元前十六至十九世纪遗物，历史比甲骨卜辞还久远，可是其上记载的数学算题水平已经与西汉的《九章算术》相若。

其次，在“西方文明”这个大布口袋之中，科学的发展似乎是跳跃于许多相继兴起的不同文化和都市之间的。小亚细亚西岸、雅典、亚历山大里亚、巴格达、多勒多、克劳考……都曾经相继成为科学活跃点，反而是强大而稳定的埃及和巴比伦王朝虽然很早便出现了相当高水平的数学文献，可是其后却长时期停滞不前，以迄同一地理区域为另一种似乎完全不同的文化占据才又陡然放出异彩。科学所需要的，似乎是新鲜开发，带有刺激性的土壤。

最后，科学的突破总是和个别科学家有关——它是特殊个人所作的特殊之事。然而，这些科学家却又总需要某种学术机构的孕育。毕达哥拉斯创立的严密教派，柏拉图的学园，亚历山大的学宫，还有教宗亚玛满(Caliph al-Mamun)的智慧宫(Bait al-hikma)都各有其规模、制度和杰出人物，都各各延续了上百年乃至近千年时间。至于从十二世纪开始出现的许多大学对文艺复兴时代和十七世纪科学进步的重要性就更不在话下。

从以上这些线索看来，现代科学之所以起源于西方，也许并不是一个偶然或随机现象，而是具有深刻内在原因的。

1997年4月26日中国文化书院讲稿

1997年6月18日修订

参考资料

西方数学及天学通史

- Carl B. Boyer. A History of Mathematics, (Princeton UP, 1985).
David C. Lindberg. The Beginnings of Western Science. (Chicago UP, 1992).
Otto Neugebauer. A History of Ancient Mathematical Astronomy. 3 pts. (Springer-Verlag, 1975).

埃及及巴比伦

Otto Neugebauer, The Exact Science in Antiquity, (Dover, 1969).

古代希腊

- George Sarton. A History of Science, 2 vols., (Harvard UP, 1966).
G. E. R. Lloyd. Greek Science After Aristotle, (Norton, 1973).
Sir Thomas Heath. Greek Mathematics, 2 vols. (Oxford UP, 1965).

阿拉伯

Lindberg, ch. 8; Boyer, ch. 13.

欧洲中古

- Charles H. Haskins. The Renaissance of the Twelfth Century, (Harvard 1933).
Charles H. Haskins. Studies in the History of Mediaeval Science, (Ungar 1967).

十六—十七世纪欧洲

Alexandre Koyre, (Maddison, transl.) The Astronomical Revolution, (Cornell UP, 1973).

A. Rupert Hall. The Revolution in Science 1500 - 1750, (Longman 1985).

《大汇编》

- G. J. Toomer, transl. & annot. Ptolemy's Almagest, (Springer-Verlag, 1984).
Olaf Pedersen. A Survey of the Almagest, (Odense UP, 1974, Stanford).

中国科学

Christopher Cullen. Astronomy and Mathematics in Ancient China: the Zhou bisuan jing, (Cambridge UP, 1996).

Jean-Claude Martzloff, (Wilson, transl.) A History of Chinese Mathematics, (Springer-Verlag, 1997).

钱宝琮校点：《算经十书》(北京中华书局，1963年版)。

钱宝琮主编：《中国数学史》(北京科学出版社，1964年版)。

中国科学院《自然辩证法通讯》杂志社编：《科学传统与文化》(陕西科技出版社，1983年版)。