

清代著名天文数学家

梅文鼎

李迪 郭世荣编著



清代著名天文数学家

梅文鼎

李迪 郭世荣编著



清代著名天文数学家

梅 文 鼎

李 迪 郭世荣 编著

*

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市武康路2号)

新华书店经销

昆山亭林印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 7.75 字数 187,000

1988年11月第1版 1988年11月第1次印刷

印 数: 1—6,000

ISBN 7-80513-286-0/Z·64

定 价: 4.00元

《科技新书目》: 180-243

清代著名天文数学家

梅文鼎

单晓报 画



前 言

梅文鼎是中国历史上著名科学家之一，他在天文历算等方面有大量著作，取得不少成就，对十八九世纪中国和日本等国的数学发展产生过深刻而广泛的影响，在中国形成了“宣城学派”，他的著作哺育了几代人。因此，长期以来他受到人们的敬仰，对他的生平事迹和科学成就不断进行研究与宣传。近几十年来也逐渐引起国外学者的注意，有关论著不断问世。梅文鼎已成为国内外学者研究中国科学史的重要课题之一。他的一生孜孜不倦地从事科学研究的精神，高尚的品德和优良的学风，永远值得人们学习。

1988年是梅文鼎诞生355周年，并将在他的家乡——安徽宣州市结合第三次全国数学史年会举行纪念学术讨论会。为了配合这次纪念活动，我们写了这本《清代著名天文数学家梅文鼎》，比较全面、系统地论述和介绍他的一生和科学工作与成就。虽然过去有过不少有关论文和文章，也有法国学者 Martzloff 写的《梅文鼎(1633—1721)的数学研究》(法文，1981)，但都和我们这本书不同，我们的工作带有尝试性质。

象梅文鼎这样的人物，著述多，范围广，又和当时的许多学者有来往，研究起来困难很大。有关的资料也极为丰富，难以掌握全面。他本人对一些问题的看法有时也有变化，或不好分辨其实质，这就给做结论时带来麻烦。

在书中，我们把主要资料和论点的出处都予以注明，对一些

生僻的文字给予注音，有的注明字义，以便利读者的阅读。

我们在写作中，参考了李 俨、钱宝琮、严敦杰、沈康身、梅荣照、刘 钝、李兆华、梁庚尧(台湾)、桥本敬造、Martzloff 等国内外学者的论著，得益非浅。台湾学者王萍先生的论著，未能见到，是为遗憾。梅氏的后裔梅玉华、梅立功，还有曾乐善、阙廷武、余治家等都提供了一些有用的资料。宣城县文化局和梅文鼎纪念办公室等也给了很多帮助。安徽教育出版社的卢树铭先生和安徽师大的胡炳生先生等都对此事给予很大关注。书中的一些照片是内蒙师大杜建军拍照的。没有这些人的支持和前人的工作，我们这本书难于完成。在此，谨向上述个人和有关单位，表示深切谢意。

尽管我们认真从事了这项写作工作，尽了努力，但由于知识水平所限和时间仓促，书中难免存在不妥之处，欢迎批评指正。

作 者

一九八八年三月二十五日

目 录

第一章 梅文鼎的生平和著述	1
一、梅文鼎所处的时代	1
二、梅文鼎的家世和青少年时代	11
三、梅文鼎的天文历算研究	19
四、梅文鼎的晚年及其著述	34
第二章 梅文鼎在天文历法等方面的工作	59
一、梅文鼎对中国古代天文历法的讨论	59
二、梅文鼎的太阳系模型	70
三、梅文鼎对交食的研究	78
四、梅文鼎的恒星研究和天文观测、力学研究	87
第三章 梅文鼎的数学成就	99
一、梅文鼎在算术和代数上的成就	99
二、梅文鼎对平面几何学的研究	128
三、梅文鼎对立体几何的研究	149
四、梅文鼎在三角和画法几何方面的贡献	167
第四章 梅文鼎的学术思想及其工作对后世的影响	189
一、梅氏的学术思想	189
二、梅氏学术思想对梅氏家族和《数理精蕴》的影响	205
三、梅文鼎对清代学术界的影响	215
四、梅氏学术思想在国外的传播	
和国外对梅文鼎的介绍与研究	226

第一章 梅文鼎的生平和著述

梅文鼎和任何其他有名的历史人物一样，是生活在他所处时代的人。一方面受时代的左右，很多事情是时代给他安排好了的，个人只能有意无意地接受；另一方面又在他所工作的领域对时代和后人产生影响。作为科学家的梅文鼎是在一个怎样的时代里成长和渡过其一生的呢？因此，首先在这章里讲述他所处的时代，然后是他的生平和著述。

一、梅文鼎所处的时代

梅文鼎生活在清朝初期，可是他却出生在明朝末期。在他十二岁（虚岁，下同）时，统治中国二百七十多年的朱明王朝灭亡了，代之而建立的是以满族为主体的清王朝。这一改朝换代是国内阶级矛盾和民族矛盾激化的必然结果。

在明朝统治期间，虽然存在各种矛盾和斗争，但是总的说社会比较安定，农业和手工业生产都得到了较大的发展。到嘉靖（1522—1566）、万历（1573—1620）年间已经出现了资本主义萌芽，在东南沿海地带表现得较为突出，生产方式开始由家庭手工业向城市手工业转变。纺织、造纸、制瓷、冶金等行业表现得最为明显。一些行业的工人数量迅速扩大，例如苏州在万历时纺织工人已达万人以上，据记载：“染房罢而染工散者数千人，机房罢而织工散者又数千人，此皆自食其力之良民也。”新的生产关系也开始出现：“机户出资，机工出力，相依为命”^①，这“机户”和

^① 《明神宗万历实录》卷三六一。

“机工”就是资本家和工人的关系。江浙一带形成纺织业中心，产品销往国内外，苏州、杭州等城市的纺织业最为发达。

明代的制瓷业中心在江西景德镇，除了有大量的官办御窑厂外，民办窑厂发展得特别快，整个景德镇“延袤十三里许，烟火逾十万家，陶户与肆市当十之七八”，有瓷窑三千多座，规模也相当大，仅民窑厂的雇工“每日不下数万人”^①。产量更为可观，例如嘉靖时仅官窑每年生产的“五色龙凤诸瓷”就达四十四万多件。

采矿、冶炼同样发展很快，铁产量由明初每年三千万斤，后来发展到九千万斤以上。矿冶技术也有了很大的进步，煤炭得到大规模开采，早在十五世纪后期生活用煤量就达到相当可观的程度，“京师百万之家，皆以石煤代薪”^②。

全国的经济普遍得到发展，呈现着商品经济繁荣的景象，正如宋应星所说：“滇南车马，纵贯辽阳，岭徼宦商，衡游薊北”^③。这说明，不仅沿海，内地的商品经济也已发生。

当时人们对经济的发展变化有很好的描写：

“嘉靖初……，商贾既多，土田不重。操资交接，起落不常。能者方成，拙者乃毁。东家已富，西家自贫。高下失均，锱铢^④共竞。互相凌夺，各自张皇。……迨至嘉靖末，隆庆间，则尤异矣。末富居多，本富居少。富者愈富，贫者愈贫。起者独雄，落者辟易。……贸易纷纭，诛求刻核。”^⑤

说的是由于商品经济的发展而出现的贫富两极分化，财富向一

① 《江西通志·物产》。

② 丘 濬：《大学衍义补》卷一五〇。

③ 宋应星：《天工开物卷序》（1637）。

④ “锱铢”比喻微不足道的金钱的数目，“铢”音兹zi。

⑤ 顾炎武：《天下郡国利病书》卷三十二引《歙县风土论》。

些“能者”(会做生意的商人)手中集中。

对外贸易也在发展,宁波、泉州、广州等沿海城市成为当时对外贸易的大港口,中国的瓷器、纺织品等产品大都由这里出口,销往国外。同时也有大批外国船只到中国来从事贸易活动。因此关税的收入相当可观,收税法是按船只的大小定额的^①。

因此,宋应星说他“幸生圣明极盛之世”^②是指商品经济的繁荣,当时人们把资金已称为“资本”,见于记载^③。对中国传统“重农抑商”的观点也开始改变,提出了“以商利农”等新说法。多少有点向资本主义制度社会转变的苗头。

但是,在这种商品经济发展的背后,却潜藏着种种危机。明朝的统治者对人民的无限掠夺,宦官挡道以及汉、满民族矛盾的加剧,使得明朝统治走向下坡。皇帝和大批皇族、权臣等过着酒池肉林的糜烂生活,挥霍无度,所有开支都转嫁到全国人民的头上。特别是到了万历时期,最高统治者神宗皇朱翊^④钧(1563—1625)十岁登极,从二十多岁就为自己营造墓室,北京十三陵中的“地下宫殿”定陵就是历史见证。他在位四十八年,从万历十七年(1589)以后便不理朝政,管理国家的大权落在了阉宦、奸臣手中,国家机构陷于半瘫痪状态。后来,清代学者在《明史》中指出:明神宗“以致人主蓄疑,贤奸杂用,溃败决裂,不可振救”^⑤,腐败到了顶点。

由于大肆挥霍,国库空虚,财政溃乏,便进一步加大对人民的搜刮,名目繁多的税赋使人民日益贫困和不满。从万历中期起,人民群众就不断反抗税官,甚至杀死税监的事件接连发生。

① 张 燮:《东西洋考》卷七“税饷考”。(1618)。

② 宋应星:《天工开物卷序》(1637)。

③ 宋应星:《野议》(1636)。

④ “翊”音易 yì。

⑤ 《明史》卷二十一“神宗纪”。

到天启(1621—1627)、崇祯(1628—1644)时期,情况更加严重,宋应星对此有所描述:“今方春二月,新谷尚未播种,而严征已起者纷纷矣。天运人事,一至此极耶!”^①再加上一些地方连年灾荒,农民实在活不下去了,便陆续举行起义,崇祯八年(1635)起,起义规模越来越大。由李自成(1606—1645)领导的义军,由于得到人民的拥护,队伍迅速壮大,打击明政府,节节胜利。

正在这时,民族矛盾也空前激化。从十六世纪后期起,满族在东北兴起,努尔哈赤(1559—1629)统一诸部,与明廷对抗,在今沈阳建都,1616年定国号为后金。接他即位的是皇太极(在位1627—1643),并于1636年改号曰大清,不断向山海关一带进军。

明朝在农民起义军和清军的双重打击下,情况不断恶化,终于在1644年彻底崩溃,李自成率起义军攻下北京,明朝灭亡。紧接着清军在降将吴三桂(1612—1678)和一部分汉族地主阶级的配合下入关,赶走了李自成,把首都由沈阳迁到北京,爱新觉罗·福临(在位:1644—1661)即皇帝位,年号顺治,然后进行了统一全国的战争。1662年爱新觉罗·玄烨^②(1654—1722)九岁登极,年号康熙(1662—1722),是为清朝入关后的第二个皇帝,也是中国历史上在位时间最长的皇帝。康熙帝励精图治,在各方面都取得了成就。中国的经济在遭受了二三十年破坏之后又开始得到恢复,为科学技术在这一时期的发展提供了条件。

梅文鼎就是在这种政治背景下渡过的。他是一位科学家,当时的科学背景与他的关系是直接的、重大的。因此有必要对科学背景作一概述。

中国明清时期科学技术的发展,处于一种转变时期,就是在

^① 宋应星:《野议》(1636)。

^② “烨”音叶 yè。

激烈地斗争中由传统型开始向中西结合型过渡。

明代行用由元《授时历》改编的《大统历》，可是因行用时间太长而不断出现误差，预报日月食等屡屡不准。在这种情况下，本应由封建朝廷主持改革历法。中国历史上的封建统治者大都注意历法改革，惟有明代统治者特殊，他们一再以“祖宗之法不可改”为理由反对制订新历，有的人因主张改革历法而被投入监狱^①。直到明末，在徐光启(1562—1633)等人的一再要求下，崇祯帝才接受改历的建议。但这时的明王朝已经处于灭亡的前夕，在这种情况下进行改历有更多的困难，主要有两点，第一点是经费短缺，第二点是缺少高水平的人才。正在这个时候已经来到中国的一些传教士被推荐做为改历的主力。西方传教士于万历时起陆续来中国进行传教活动，其中最早而有名的是意大利的利玛窦(Matteo Ricci, 1552—1610)。后来又有意大利人龙华民(Nicolaus Longobardi, 1559—1654)于万历二十五年(1597)、西班牙人庞迪我(Didace de Pantoja, 1571—1618)于万历二十七年(1599)，意大利人熊三拔(Sabathin de Ursis, 1575—1620)于万历三十四年(1606)，瑞士人邓玉函(Jean Terrenz, 1576—1630)于天启元年(1621)，德国人汤若望(Jean Jdan Schall Von Bell, 1591—1666)于天启二年(1622)，意大利人罗雅谷(Jacques Rho, 1593—1638)于天启四年(1624)先后来到中国。他们把西方的地图，某些科学仪器和科学著作带到了我国，并在民间与我国学者王征(1572—1644)，徐光启等人讨论学术问题，并进行翻译。

正是由于徐光启等对这些传教士有所了解，特别是知道他们掌握的某些学术内容又优于我国传统的天文历法，因此在改

^① 李迪“《明代天文历法史中的若干问题》”1985，第四届中国科学史国际会议论文，悉尼。

历时就把汤若望、罗雅谷等当时还在世的传教士推荐到新成立的历局参加改历工作。由崇祯二年(1629)起正式进行改历,主要是把西方的一些天文历法和数学等书译成中文,到崇祯七年共完成一百三十多卷书,人称《崇祯历书》。这时徐光启已经去世。

这些翻译出来的书只是参考书,而不是历法改革的结果。新的历法应当经过实测获取数据,再参考这些书才能完成。因此,徐光启提出制造望远镜等天文仪器的计划,虽然得到批准,但是由于当时国库空虚,迟迟没有进行,直到他去世后他才勉强造出少数几件,至关重要的望远镜仅是把汤若望等带来的一具重新修理装配进呈^①。加上时局更加动荡,改历之事无法进行,终明之世没有结果。这次改历工作虽中断了,但是通过译书的传播,对中国科学的发展却起了巨大的作用。从万历中期起到明末的三四十年间,西方的地理学、笔算、欧氏几何、二次曲线、三角学、天文学中的托勒密体系、恒星知识、地球观念、简单机械与力学、水利学、炮术、解剖学、望远镜等等陆续传到我国,在中国传统科学中注入了新鲜血液,特别是世界地图和地球观念的传入,使中国的世界观产生了革命性的变化,眼界有所扩大。用望远镜等新式仪器进行天文观测也立即为中国人所接受。从此,西方的这些科学知识就成为中国科学的重要组成部分,开始由传统型逐渐向中西结合型转变。

入清以后,汤若望等把他们编成的新历法进呈给顺治帝,于1645年起在全国颁行,是为《时宪历》。这是一部建立在西方天文学基础上的历法。

这时西方传教士仍不断地来到中国,其中最有名的为比利

^① 李迪:“关于徐光启制造望远镜问题”。《自然科学史研究》第6卷第4期(1987),第372—375页。

时的南怀仁(Ferdinand Verbiest, 1623—1688),他于康熙三年(1664)进入北京帮助汤若望等人编订历法。但是中国人对西方天文历法并不都能真正理解,随着《时宪历》的颁行,反对的意见一天天增长,到顺治十六年(1659)杨光先(1597—?)作《辟邪论》公开反对传教士主持历法工作。不久由于顺治帝去世(1661),康熙帝年幼登极,杨光先便于康熙三年(1664)趁机上告,把汤若望、南怀仁等投入监狱,第二年又进一步进行镇压传教士,有的被处死,有的被赶到广东。杨光先由此掌管了国家天文历法机构的一切事务,但是他本人根本不懂天文历法,起用的吴明烜只知陈旧不堪的《大统历》,依此所言天文事项错误百出,经实验西洋新法都准确。因此,杨光先被赶出钦天监,南怀仁等取得了胜利,并深得康熙帝信任。

通过这次血的教训,使康熙帝认识到西方科学具有优越性。于是努力学习西方科学,尤其是到他三十多岁时“三藩之乱”已经平定,反清的势力已全部扑灭,他便把大部精力转到科学研究和科学事业上来,正在这时一批法国人,如徐日升(Perrair Thomas, 1645—1708)、张诚(Jean Francois Gerbillon, 1654—1707)、白晋(Joachim Bouvet, 1656—1730)、安多(Le P. Antoine Thomas, 1644—1709)等来到中国,康熙帝把他们请进宫中当老师,请教西方科学。后来康熙帝又主持一些重大的科研项目,取得了许多成果。当时正是梅文鼎的科学活动时期,他虽未直接参与这些项目的研究工作,但关系甚为密切。

明末以后到康熙末年,又有大量西方科学技术传入我国,在数学方面有对数、符号代数、手摇计算机、幂级数等,在物理方面有温度计、湿度计、引力、分光、单摆等,医学和药理学(包括金鸡纳霜等药物),在测绘学方面有三角网测量、透视原理等等。大部分都被中国人所吸收,对我国科学的发展,起了不可估量的

作用。这就使中国传统科学再一次渗入了西方的新科学内容，中西结合又向前迈进一步。梅文鼎可以说是这种结合的典型代表。

梅文鼎又处在中国科学发展的一个高峰时期。从公元1560年左右到1760年左右的二百年间，中国科学在一度低沉之后呈现繁荣景象。1560年左右到1630年左右的七十年间，科研的主力在民间，以后的一百多年里民间和封建政府都在从事科研工作。具体表现在以下几个方面：

首先是出现了一批卓越的科学家和科学名著，名闻中外的医药学家李时珍(1518—1593)就是其中的一位，他的著作《本草纲目》受到国内外的一致好评。还有徐霞客(1585—1640)、朱载堉(1586—1611)、徐光启、宋应星(1587—?)，王锡阐(1628—1682)、明安图(1692?—1763?)等，他们分别写成的《游记》、《乐律全书》、《天工开物》、《晓庵新法》、《割圆密率捷法》等都是重要的科学著作。梅文鼎理所当然的属于这些人的范围，而他的生活年代恰恰位于这个时代的中间，有些是他的前辈，有些是他的同代人或晚辈。

其次是在这个期间内取得的科研成果较多，具有世界记录水平的有40余项。例如十二等程律，用煤炭炼焦，大规模的大地测绘(在测绘中发现经线一度弧长纬度越高越长)，冰冻麻醉，截指术和气管缝合术等等。在历史上基本上可以和宋元时代相比，这是形成高峰的主要标志之一。我们还看到，当时在机械学与机械工程、兵器制造技术、矿冶技术、水利学与水利工程、科学仪器制造、天文观测、农学与生物学、地学等诸多领域都得到普遍发展，达到较高水平。正是由于有了这样普遍发展，才出现了众多的世界纪录性成果。在这种成果的清单中，也有梅文鼎的项目。

再次是这个时期的科学思想比较活跃，理论科学的研究得到人们的关注，主要表现在提出了大量的科学假说。有些假说领先于世界，有些则与西方差不多同时提出。例如引力观念，物质不灭思想，燃烧的火质说，新陈代谢观念，生物的“忽变”说，对“海市蜃楼”的光学解释等等都是很重要的假说，这是前所未有的景况。

最后是从十七世纪初到十八世纪中叶，由封建政府主持了不少大型科研项目。除了上面所提到的历法改革等外，主要的还有全国地图测绘，清初由南怀仁主持的各项科学实验，康熙、乾隆间的几次天文观测，康熙间对黄河源的勘察，《律历渊源》等书的编撰等。

在研究方法和手段方面，这个时期也有新的变化。科学的进步，科学成果的取得，离开先进的方法和手段是不太可能的。明清二百年间中国科学形成高峰与方法、手段的改进关系极大，可以说方法与手段起了作用，在许多方面的作用是决定性的。主要有三点，第一点是科学实验的加强，当时有不少人注意到科学实验的重要性，人们普遍使用了“实验”一词，李时珍、朱载堉、徐光启、宋应星、杨岫（农学家）、康熙帝等都注意到科学实验，进行科学实验，包括物理实验、化学实验、农业实验等大量的项目。第二点是科学测定，包括恒星位置的测定、声速和水流速的测定、物质比重的测定等。在实验和测定时使用了各种新式仪器，例如所谓“六合验时仪”（是一种复摆，用它测声速），在北京故宫博物院的库房里还完好的保存着两架这种仪器^①，在北京的观象台上不仅安装有各种新制天文仪器，而且还有西式风向计，方盒式的雨量计和蒸发皿也在其中，当时的著作中有了详细记

^① 白尚恕、李 迪：“六合验时仪”，《科学技术史论文集》第12辑“物理学史专辑”，1987，上海科学技术出版社，第153—156页。

载^①，测绘仪器和观测仪器大都是新式的。第三点是逻辑推理方法的广泛应用，这突出表现在数学方面，逻辑论证有所加强。理论科学的发展归根到底也是思想方法改变的结果。有明一代，实用技术有所发展，理论水平较低，连宋元时代已有的理论大部分被遗忘。

科学研究方法和手段的这种转变，一方面是由于中国传统科学发展、资料 and 知识积累到这个时期的需要，使科学家自发地意识到：研究方法和手段必须改变。另一方面是受到西方的影响，西方科学知识、理论传入的同时也传入了研究方法和手段，特别是逻辑推理和实验方法影响尤大。

必须看到：中国科学虽处于高峰期，但与同时代西方科学相比已经有差距，梅文鼎在世的时候，大约比西方落后约四五十年。落后的标志主要是几项带根本性的科学理论，中国没有掌握。首先是哥白尼的日心地动说，波兰天文学家哥白尼(Nicolaus Copernicus, 1473—1543)于1543年出版了他的著作《天文运行论》，其中在前人的基础上系统的论述了日心地动说，批判了前人的地球为宇宙中心的理论，这件事往往被誉为西方近代科学的开始。

其次是牛顿力学，英国科学家牛顿(Issac Newton, 1642—1727)于1687年出版了著作《自然哲学之数学原理》，其中包括了他于1666年左右建立起来的万有引力定律和后来总结出来的牛顿力学三定律，为经典力学基础。

最后是变量数学，牛顿和德国科学家莱布尼兹(G.W.Leibniz, 1646—1716)分别独立地完成了微积分学，再加上他们之

^① LiDi (李迪), New Source Materials for Meteorological Instruments in Ancient China, Edited by Cheng-Yih Chen (程贞一), Science and Technology in Chinese Civilization, 1987, World Scientific(Singapore), pp. 199—210.