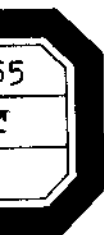


中外科学家发明家丛书

明安图



中国国际广播出版社

44.617
MAT
李53B-7.

中外科学家发明家丛书

明安图

张广军 编著

目 录

一、官学生	(1)
二、《历象考成》及其《后编》	(6)
三、《仪象考成》	(12)
四、第一次新疆地图测绘工作	(13)
五、第二次新疆地图测绘工作	(17)
六、临终托付遗稿	(20)
七、《割圆密率捷法》的问世	(23)
八、《割圆密率捷法》的数学奥妙	(25)
九、明安图在中国近代数学史上的地位	(30)
十、由明安图引起的反思	(38)

一、官学生

明安图，字静庵，大约生于公元 1692 年前后。

明安图是蒙古正白旗人。

蒙古族是我国一个古老的少数民族。公元 1206 年，蒙古族的英雄铁木真统一了蒙古各部，建立起蒙古历史上第一个军事奴隶制国家；铁木真作为各部的首领，被上尊号为“成吉思汗”（“成吉思”是“强大”的意思）。

1271 年，成吉思汗的孙子忽必烈建立了元朝。

1279 年，元朝灭亡了南宋，中国复归于统一。

1368 年，朱元璋建立明朝以后，元顺帝逃到了蒙古大草原上，蒙古族分成了若干部，基本上臣服于明朝，但有时也进入内地进行骚扰，成为明朝政府的一大边患。

16 世纪中期，蒙古族鞑靼部的俺达汗和明朝建立了和睦友好的关系，双方进行茶马市贸易，在二三十年中，没有发生过大的战争。俺达汗还在蒙古大草原上修建了一座美丽的城市，就是今天的呼和浩特，蒙古语的意思是“青色的城”。

明朝末年，在我国的东北地区，女真三部（建州、海西、野人）中的建州女真强大起来，建州女真的首领努尔哈赤在氏族制的基础上建立起八旗制度来。

1601 年，努尔哈赤最初建制时只有黄、红、蓝、白四旗，

称为整黄、整红、整蓝、整白四旗（后来音讹称为正黄旗等）。

1615年，努尔哈赤又新置了镶黄、镶蓝、镶白、镶红四色旗帜（红旗镶白边，余三族镶红边），合为八旗。

八旗组织既是军事组织，又是政治组织和生产组织。旗人有打仗的义务，但也有特权，后来，生活待遇全由封建国家供给。

1616年，努尔哈赤用八旗组织统一了女真各部，建大金国（后金国）。

1626年，努尔哈赤死后，其子皇太极即位。

皇太极注意吸收汉族和蒙古族上层分子参加他的统治。又在满洲八旗之外，成立了蒙古八旗和汉军八旗。

1636年，皇太极改国号为清。

1643年，皇太极死后，其子福临即位，由多尔袞摄政。

1644年，清兵入关，进入北京。

1662年，福临死后，其子玄烨即位，年号康熙。康熙和后来的雍正、乾隆时期，清朝成为一个空前统一和巩固的多民族的封建国家，蒙古族也是这个多民族封建国家中的一员。

蒙古正白旗在今内蒙古锡林郭勒盟南部，清代时属奉天府（治所在今辽宁沈阳市）。

康熙皇帝亲政以后，注意恢复和发展社会生产，手工业方面，在陶瓷、纺织等行业都有新的提高，航运交通也有发展。生产力的发展推动了科学技术的发展。

康熙皇帝本人就比较重视学习科学技术。他经常召集一些在中国的西方传教士在皇宫里给他讲解自然科学，其中包括初等几何学、初等代数学、天文学、测量学、炮术等，有时还要看他们进行实地演习，或者到天文台上去视察。外出巡视时，有时带上一群中外科学家，随时帮他解决某些科学问题。

康熙皇帝学习天文历算的直接原因，是历法之争引起的。

清初的历法，是由西洋人汤若望根据明朝的《崇祯历书》重修的，名为《时宪历》。

1645年，《时宪历》颁行天下。围绕改历问题，清初多次发生争论。

1669年，西洋人南怀仁上书称，钦天监副吴明烜参用《回回历》推算历法有误，康熙八年闰十一月应为九年正月，并指出他致误的原因，因而历法之争又起。

当时，举朝百官无一通晓历法者，难辨双方争议是非，奏请康熙裁决。康熙传令诸大臣共赴北京天文台，进行现场观测，结果证明南怀仁预测与仪器所指逐款皆符，而吴明烜诸款皆误，康熙于是宣布他赞成西洋新法，令南怀仁等治历法，将支持吴明烜的钦天监正杨光先革职。这次历法之争使康熙思想上受到很大震动。他鉴于朝臣在历法争论中多不解此道，却催促他作出决断，就下决心学好天文历算。他不但发奋钻研中国传统科学，还钻研西洋科学。

1690年，康熙研究欧几里得（约公元前330—前275），用

数学仪器运算，又研习代数学，所用教材是法国数学家巴蒂编著的《实用及理论几何学》。康熙能熟练地将数学原理用于实践，如测量复杂形状的面积及谷物体积等，事先的理论测算与事后的实际丈量没有误差。康熙除了用西洋仪器测算外，还用中国的算盘计算，比用西法计算快。他的才智使西洋人也为之折服。他每天上朝处理军政大事，回宫后又研习科学，经常挑灯夜读不倦。刻苦的学习使他成为在天文学、数学、地学、农学、医学、制图等学科均有造诣的自然科学家。《康熙几暇格物编》一书就是他的心得之作。他学贯古今，兼通中西，在科学技术方面的造诣为中外所认同。

康熙皇帝还比较注意培养天文学方面的人才，以满足天文历法的需要。为此，1670年10月，下诏给礼部说：

“天文关系重大，必选择得人，令其专心学习，方能通晓精微。可选取官学生，令其与汉天文生一同学习，有精通者，俟钦天监员缺，考试补用。”

礼部接到康熙皇帝的诏令后，每旗选取了十名官学生，到清政府专门研究天文历法的机构——钦天监分科学习。以后经常这样选拔官学生进行培养。

大约在1710年左右，明安图被选入钦天监当官学生，专门学习天文、历法和数学，得到深造。

明安图当官学生以后，经常有机会以官学生身份入宫听康熙皇帝讲课，这是因为康熙皇帝掌握了很多科学知识以后，也想让皇太子及其臣僚们也对此发生兴趣，因此就乐于向他

们传授这些科学知识。明安图的学生陈际新曾说道：

“明静庵先生自童年亲受数学于圣祖仁皇帝，至老不倦”。

明安图能够在童年时亲自向康熙皇帝学习数学，说明他是很被重视的，因为他学习勤奋，钻研刻苦，成绩也很突出，因而康熙皇帝很赏识他。

1712年5月，康熙皇帝带着皇太后到承德的避暑山庄避暑。这次到避暑山庄去避暑，康熙皇帝命令苏州府教授陈厚耀（1648—1722），钦天监五官正何君锡之子何国柱、何国宗（？—1766）、明安图、原任钦天监监副成德，“皆扈从侍直”，6月，又命当时最著名的数学家梅文鼎的孙子梅穀成（1681—1763）任扈从侍直。

在这些扈从侍直的知识分子当中，除明安图外，都是著名的科学家。特别是梅穀成，21岁时就“校正”梅文鼎所撰的《勿庵历算书目》，23岁又在梅文鼎所著的《平立定三差详说》一书中“衍为垛积之图”，只有明安图是以官学生列名的唯一的一名无名之辈，他决心一定要珍惜这个好的学习机会。

避暑山庄又叫承德离宫，或称热河行宫。在河北承德市区北部，群山环抱，地势高峻，气候宜人，是清代皇帝夏日避暑和处理政务的场所。

1703年，康熙皇帝始建避暑山庄，当时山庄开始兴建不久，还没有形成后来那么多景点，但也称得上是背山面湖，山峦起伏，草木蓊郁，宫殿亭榭掩映，湖沼洲岛错落，风光旖旎，巧夺天工了。在那个时代，除了皇帝的贴身近臣，一般

人要想进避暑山庄，是不太容易的。明安图以一名官学生的资格，随同皇帝前往避暑，真是荣幸之至。然而，吸引明安图的，当然不仅仅是避暑山庄巧夺天工的湖光山色，亭台楼阁了。

康熙皇帝和明安图这一行人，在避暑山庄的驻地，君臣之间就如同师生一样，就天文数学问题进行了问答。

明安图的青少年时代，在钦天监系统地学习了天文学、数学等自然科学知识，他强烈的求知欲和刻苦学习的精神，为后来的科学研究打下了很好的基础。

二、《历象考成》及其《后编》

1713年6月，明安图可能已经在钦天监官学生毕业，被留在钦天监的时宪科担任五官正职务。

钦天监是我国古代国家设立的专门研究天文历法的机构。清王朝的钦天监是入关后当年设立的。钦天监的最高长官是监正，监正有两种，一是不懂科学，挂名食禄的人，一是精通天文专业的，是实际上的业务负责人。其次为监副。

钦天监下分时宪科、天文科、漏刻科和回回科四科。近代，钟表传到中国以后，“漏刻”逐渐不用了，因此，漏刻科后来失去了它的实际意义。回回科所研究的元明时代传入中国的阿拉伯天文历法，因为不切合中国实际，而且当时内容

已经陈旧，所以在1657年就撤消了回回科。

时宪科主要负责编订每年颁发一次的历书《时宪书》和研究“日月交食”。时宪科的最高长官是五官正，五官正共四人，满族二人，蒙古族二人。五官正的工作，除去日常工作外，还要把用汉文写的《明宪书》翻译成满文和蒙文，以便向满族和蒙族颁发、使用。

时宪科还有春、夏、中、秋、冬官正各1人；秋官正，汉军1人。五官司书，汉族1人；博士，满族1人，汉军2人，蒙古族2人，汉人16人。

明安图除了翻译《时宪书》的本职工作外，经常性的工作还有：

第一、每年向朝廷进呈第二年的《时宪书》式样，批准后印刷，颁行全国，明安图要在式样上署名。

第二、和监正等向朝廷进呈关于日月食等天文现象的报告。

明安图担任五官正职务后，适逢康熙皇帝诏修《律历渊源》，明安图担任了其中《历象考成》一书的考测工作。

《律历渊源》包括《历象考成》、《数理精蕴》和《律吕正义》三部书，共100卷。由何国宋、梅穀成任汇编，陈厚耀等人分校。康熙皇帝很重视这部书的编写工作，命令每天都要把所纂的书进呈，亲自进行改正。明安图能够和上述著名科学家一起编纂这一大型律历算法书籍，对于他获得丰富的天文和数学知识起了很大作用。

《历象考成》分上、下两篇，共42卷，内容是天文历法。

清初的天文历法采用的是西方传入的比较陈旧的学说，是由明末徐光启纂成的《崇祯历书》改编的《西洋新法历书》。其书采用的是西方古典天文学的第谷（1546—1601）体系。

第谷是丹麦天文学家，对天文学的发展有重大贡献，被称为近代天文学的始祖，但是，他的学说还是有错误的，他说：“地球居中，月环绕行动，而行星又各个绕月行动着。”这是一种地球中心说。当时，波兰的哥白尼（1473—1543）已经创立了太阳中心说，德国的开普勒（1571—1630）发现了行星运动三定律，英国的牛顿（1642—1727）发现了万有引力定律，第谷体系在当时的世界上已不先进。而《西洋新法历书》只是提了一下哥白尼的名字和使用了哥白尼的某些天文计算方法，排斥和歪曲了地球围绕太阳转，太阳为太阳系的中心的革命思想。这种情况，不能满足当时社会实践的需要，因此，需要进行一定的实测，编写一部新的天文历法书籍，这部新书就是《历象考成》一书。

明安图是担任实测工作的人员之一。明安图在实测工作中使用了我国传统的天文观测方法，多次在夏至日正午时在平地立一标杆测量太阳“高度”（即杆影长度，见图1），测定黄（道）赤（道）交角数据（地球中心说以为，黄道是太阳在天球上视运行的轨道，实际上就是地球绕太阳公转轨道平面和天球相交的大圆，赤道是和地球赤道重合的天球运行的

轨道，黄赤交角就是黄道和赤道相交时所成的角度，见图2）。

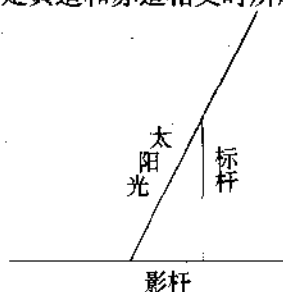


图1 立杆测影

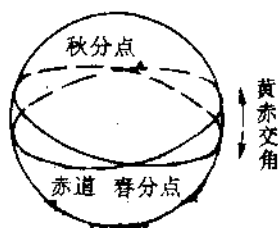


图2 黄赤交角示意图

明安图通过实测，在《历象考成》中采用的数据为 $23^{\circ}29'30''$ ，这个数据比《崇祯历书》中采用第谷的数据 $23^{\circ}31'30''$ 精密多了。

然而，《历象考成》一书仍然没有在体系上采用哥白尼的太阳中心说，观点还比较陈旧，基本上没跳出《西洋新法历书》的圈子。

1722年,《律历渊源》成书。这部书系统地整理和总结了我国传统的天文历法和数学成就,也吸取了当时传入中国的西方天文、数学知识,是一部数学、天文和音律方面的百科全书。这部书成为天文推算和制定《时宪书》的理论根据。

《律历渊源》出版后不久,在实践中出现了误差,钦天监提出了修改《历象考成》的建议。

1730年,钦天监呈请清政府编制《日躔》、《月离》二表。《日躔表》和《月离表》是关于太阳运行(日躔)和月亮运行(月离)的天文表。钦天监建议由西洋人戴进贤、徐懋德负责挑选熟练人员,详加校定整理。戴进贤不久编出了《日躔月离表》。这个表只有钦天监监正戴进贤、钦副徐懋德和明安图三个人能够使用。

戴进贤的《日躔月离表》之所以只有上述三个人能够使用,其他人都不懂,最主要的原因是该表没有解释、说明和推算的方法,因此1737年5月,原任史部员外郎顾琮再次向清政府提请修改《日躔月离表》和《历象考成》一书。并推荐戴进贤为总裁、徐懋德、明安图为副总裁,这项请求很快得到了批准。

1737年6月开始全面的修改《历象考成》一书,后来又加上何国宗、梅穀成等五人,共八人,同为“汇编”者。

1742年5月,《历象考成》的修改工作完成,定名为《历象考成后编》,把原来的《历象考成》改为《历象考成前编》。

《历象考成后编》共十卷,比起《历象考成前编》有了许

多改进与提高。主要改进之一是第一次在中国历法中正式采用了开普勒第二定律。

开普勒第一定律是说，行星沿椭圆形轨道运行，太阳在椭圆的一个焦点上，这条定律是在长期实测的基础上修改了哥白尼太阳中心说中行星沿圆形轨道运行的理论，而第二定律则是说行星与太阳的连线在相等的时间内于椭圆内扫过相等的面积，还有一条第三定律（见图 3）

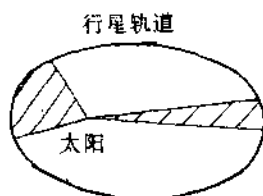


图 3 开普勒定律

开普勒定律早已传到中国，但是没有在历法中采用。1730年7月发生了一次日食，日食前，钦天监分别用第谷方法和开普勒定律对食分进行了计算，第谷方法为 $9'22''$ ；开普勒定律为 $8'10''$ 。观测的结果证明，开普勒方法与实际食分完全密合。因此，清政府下决心采用开普勒定律，把开普勒第二定律写进了《历象考成后编》。但是，《历象考成后编》仍然没有抛弃第谷体系，他把太阳写成了在椭圆形轨道上运行，把

地球写成了在椭圆的一个焦点上。

三、《仪象考成》

1744年11月，钦天监发起编修《仪象考成》一书，明安图和他的学生们担任推算工作。

清朝初年，西洋人南怀仁和中国天文工作者制造了几件天文仪器，并写了一本叫做《灵台仪象志》的说明书，说明天文仪器的构造、原理和用法。因为间隔时间比较长了，用这些仪器测得的数据已经产生了很大误差，因此必须重新对这些天文数据进行测定，加以修改。

《仪象考成》共32卷，前两卷介绍新制造的大型天文仪器玑衡抚辰仪的性能和用法，后30卷是星表。因为星表在全书中占的比重很大，所以数学计算任务十分繁重。

1676到1705年，英国天文学家弗拉姆斯蒂德（1646—1719）在新建的格林尼治天文台进行了一次较大规模的恒星测量，1712年用拉丁文刊布了《不列颠星表》，1725年修订再版。《仪象考成》星表是以1725年修订再版的《不列颠星表》为底本，在实测和推算的基础上编成的。

《仪象考成》星表共载录3083颗星，比过去的记载增加了1614颗，比《不列颠星表》所载的2866颗多217颗。

在欧洲，英国格林尼治天文台第三任台长布拉德雷

(1693—1762)在他的晚年又领导进行了一次恒星观测工作。布拉德雷死后，1798年和1805年分两卷出版了星表。1818年，德国的白塞尔（1784—1846）根据布拉德雷的观测编了一个包括3000颗恒星的星表，比《仪象考成》的星表还少83颗，所以说，《仪象考成》中的星表是当时世界上所载星数最多的星表。

《仪象考成》的星表，有的星是经过验证之后采用了《不列颠星表》的数据，再加上岁差修正值；有的则是用自己测定的数据。整个星表达到了当时的世界先进水平。编纂《仪象考成》的数学计算特别是编制星表的计算任务十分繁重，其中凝聚了明安图的大量心血。

1752年，明安图被擢升为兵部郎中，但是因为钦天监的工作少不了他，因此他仍然是“留任钦天监五官正”。

四、第一次新疆地图测绘工作

1690年，清朝与沙皇俄国签订尼布楚条约后，康熙想了解俄国使团来华所经路线，但打开西方地图一看，他发现关于亚洲及中国部分简略不详，标绘粗漏。于是他决定用科学方法对中国版图进行了一次实际测量。这时康熙已经掌握了西方传入的实用几何学及大地测量学知识，在南北巡视时又实测过各地经纬度，积累了实际经验，有资格担任这次大规

模测绘的决策者。

1708—1716年，康熙派出中西人士组成的测绘队伍分路至各地，在全国范围内，共测定了641个经纬点。

1717年，各路测绘队齐集京师，再进行汇总。经康熙审订后，绘制成历史上有名的《皇舆全览图》及各省分图。在这次科学测绘中统一了长度单位，但发现子午线1°的长度南北不同，证实了地球为扁球形。这样大规模的测绘，在当时的世界上从来没有做过，可谓空前壮举。其后很长一段时间内，世界各国东方地图的绘制，大都以《皇舆全览图》为依据，只作微小修正，因而此图具有世界影响。

这次全国地图测绘工作的不足之处是完成的不够彻底，新疆哈密以西的地方没有进行测绘。

清初，新疆天山山脉以北地区由喀尔喀蒙古统治，天山山脉以南地区由厄鲁特蒙古统治。康熙时，喀尔喀蒙古的准噶尔部首领噶尔丹和他的后人，在沙俄支持下发动叛乱，哈密以西地区成了战场，无法进行测量工作。

1755年6月，乾隆皇帝派军队基本平定了准噶尔部在天山山脉以北地区的叛乱。

乾隆皇帝平定了准噶尔部的叛乱之后，认为新疆地区的山川部落等名称，以前的记载有不少错误，而且不是实地采访，仅据传闻，方言口授，轻重缓急，语音不同，所以许多地名不准确；同时还要把那里的地图补绘完成。

1756年2月，乾隆命努三为三等侍卫负责测量队的安

全，3月18日，最后组成了测量队，对新疆西北部地区进行测绘。

这次测量主要有两个目的：

第一、把新疆一些地方的二十四节气的太阳出入时刻等列入《时宪书》内，充实《时宪书》。

第二、补绘《皇舆全览图》的新疆部分。

这次测量的任务是：

第一、测量各地点的经纬度。

第二、测量方向和距离。

第三、测定各地昼夜长短和二十四节气日出入时刻。

第四、对于风土地形等进行采访。

这支测量队由何国宗领队，明安图以科技人员的身份，与何国宗一道完成测量任务。还有负责后勤工作的那海，负责保卫工作的努三、富德、哈清阿等人。

法国人蒋友仁（1715—1774）、葡萄牙人高慎思也参加了这次测量。

蒋友仁于1744年来中国，曾向乾隆皇帝进增补《坤舆图说》，奉旨翻译图说，又在养心殿造水法。

二月末三月初，测量队开始出发。

测量队出发后，乾隆皇帝曾作《御制丙子春帖子》诗一首表示祝贺：

岁纪重开子，

星勺又指寅。