

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中外科学家发明家丛书

明安图



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，由多尔衮摄政。

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烜毅成（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

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 13 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。
天涯息征战，
歌舞太平春。

乌孙归去各封汉，
协纪明时命五官。
讹正从前珠露海，
条风翘首向东看。

“珠露海”是蒙文，表示推算家的意思，也包括算命的人，乾隆皇帝命何国宗、明安图等“珠露海”用手提着仪器，前往新疆进行测量，用以修改《时宪书》和绘制地图。

5月7日，乾隆皇帝又向何国宗、明安图等人发出指令，让他们在巴里坤（今新疆维吾尔自治区巴里坤哈萨克自治县城关镇）备足干粮，从容前往测量，等到冰雪严寒的冬天到来的时候，回巴里坤或哈密过冬，第二年春天，长出青草的时候再往前进，还特别要他们注意安全。

测量工作，从巴里坤开始分南、北两路展开。北路由努三带队，沿天山北麓至伊犁（在今哈萨克斯坦境内），主要测绘博罗塔拉（今博罗县）、斋尔（今清河富东北）、哈布塔克（即哈布山）、拜塔克（即拜山）、瀚海。南路由何国宗、哈清阿率领，越托东岭进入吐鲁番盆地，主要测绘鲁克沁，吐鲁番、乌沙克塔勒（今乌什塔拉）、哈喇沙尔和库尔勒等处。测绘点分布在天山以北和东南的广大地区内，其范围有几千里之广。

十月份，测量工作结束，回到巴里坤，何国宗等人向乾隆皇帝作了书面汇报，并把两路测绘的地图，合绘在一起呈送乾隆皇帝御览。

何国宗和明安图并没有在巴里坤或哈密过冬，而是于冬末直接回了北京。

1757年2月，何国宗、明安图回到钦天监工作。

1757年11月，钦天监编订的乾隆二十三年（公元1758年）的《时宪书》，把这次测绘的每个地点的二十四节气时刻以及太阳出入时刻等全部载入。

虽然这次测绘工作取得了很大的成绩，然而仍有美中不足之处，因为这时还没有完全平定准噶尔部在天山山脉以南广大地区的叛乱，无法继续进行测绘工作，所以，这次只完成了一部分新疆地图的测绘工作。

五、第二次新疆地图测绘工作

1759年，清军彻底平定了准噶尔部叛乱，这年6月，乾隆皇帝又第二次派出测量队去完成从康熙以来的测绘全国地图的未竟之业。

这时，何国宗因为他的弟弟何国栋贪污舞弊，受到牵连而被罢官。谁来领导这次测量工作哪？乾隆皇帝决定让明安图来领导，然而，参与它这次测量领导工作的还有一位担任右监副的西洋人傅作霖，而明安图当时只是一个五官正，而在钦天监的编制中，清政府又没有规定蒙古族监正，这个职务只能由满族和西洋人担任，有时候由汉族人员兼管。于是，乾隆皇帝在出发测量前破例提升明安图为监正。明安图当时是加四品，比西洋人监正刘松令（加三品）还低一品。但是，明安图有了监正的头衔，就可以在这次地图测绘中领导傅作霖工作了。

这次地图测绘工作的成员还有西洋人高慎思、二等侍卫什长乌林太，乾清门行走、蓝翎侍卫德保。

明安图领导的这次新疆地图测绘工作，测绘点的分布范围是：从上次的哈拉沙尔以西开始，沿塔克拉玛干大沙漠西北、西南部边沿有人居住的地带，经库车、阿克苏、喀什、到和田，又折向西测绘了现在属于塔吉克斯坦等独联体国家，当时属于中国的一些地点。

这次新疆地图测绘所用的方法和上次测绘一样，先用望远镜测定角度，对准方向，先对基线作准确的测量，测量出一连串的三角形，这种测量的方法称作“三角法”，用这种三角法递推互校，即通过平面三角形的计算获得各测绘点的坐标，由近及远，或由已知的测绘点，返求，复测，使测量的结果准确。三角测量是我国测绘史上第一次应用，明安图与何国宗同为中国首先采用近代科学新方法测绘地图的专家。

这次测量也采用了天文测量的方法，即根据太阳午正高弧决定地理纬度，根据月食差时推算地理经度，但在测量经度时较多采用三角测量法。

1760年三四月间，明安图率领的测量队完成了这次新疆地图测绘工作，回到了北京。

经过这两次测量，获得了哈密以西至巴尔喀什湖以东以南广大地区，至少90多个点的测量资料，所测得的绝对位置虽有不精确之处，但其相对位置比较准确。经过实地测量和调查研究，对于当地的山川险易，道路远近，历史沿革，掌握了大量的第一手资料，至此，对于我国新疆地区的疆界、地域情况有了更加清楚的了解。

特别需要指出的是，明安图当时已是近70岁高龄的老人，风尘扑扑地在新疆数千里的广大地区内奔波忙碌，进行艰苦的野外测量工作，这种精神到今天也是值得我们学习和仿效的。

1760年9月，乾隆皇帝还作了一首《舆图诗》以和前韵（指《御制丙子春帖子》诗），庆贺最后完成新疆地图测绘工作。

1760年11月，在钦天监编订的乾隆二十六年（公元1761年）的《时宪书》中，增加了这次测绘的26个经纬点，并载入了该地区的节气时刻。

1760年后，以康熙《皇舆全览图》为据，在这两次实地测量的基础上绘制而成了《乾隆内府舆图》，共104幅，内容较之《皇舆全览图》更为丰富详密，成为此后相当一段时间内我国编绘地图的蓝本。

六、临终托付遗稿

1701年，有个叫杜德美（1668—1720）的法国传教士来到中国。起初，他给康熙的一个儿子讲解数学，也在宫廷的蒙养斋内传授数学由于他表现出色，深得康熙帝的赏识。

杜德美在中国传入了牛顿（1642—1727）与格雷戈里（1638—1675）的三个数学公式，这是西方数学中较新的成果。

杜德美传入中国的这三个数学公式，首先是由梅穀成把它们译入他的数学札记《赤水遗珍》一书中的。

《赤水遗珍》共有15篇数学札记，其中的“求周径密率捷法”和“求弦矢捷法”两篇就是介绍的这三个数学公式。

这三个数学公式，如果以现代数学符号表达，设 r 为圆半径， a 是弧长，它们相当于：

$$(1) \quad = 3 + \frac{3 \cdot 1^2}{4 \cdot 2!} + \frac{3 \cdot 1^2 \cdot 3^2}{4^2 \cdot 5!} + \frac{3 \cdot 1^2 \cdot 3^2 \cdot 5^2}{4^3 \cdot 7!} + \Lambda \Lambda$$

$$(2) \quad r \sin \frac{a}{r} = a - \frac{a^3}{3!r^2} + \frac{a^5}{5!r^4} - \frac{a^7}{7!r^6} + \Lambda$$

$$(3) \quad r \operatorname{vers} \frac{a}{r} = \frac{a^2}{2!r} - \frac{a^4}{4!r^3} + \frac{a^6}{6!r^5} - \Lambda$$

这三个数学公式，用我们现代数学的语言来说，叫做无穷级数的展开公式，它是一种用无穷级数表示圆周率和三角函数的表达式，它的作用是解析方法计算圆周率的问题。

这三个无穷级数的展开式，其中的（1）式是求圆周率的，（2）式是求正弦的，如果把（2）式中的 a 换成 x ，且令 $r=1$ ，就会转换为现在通用的正弦的无穷级数表达式，即：

$$(2) \quad \sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \Lambda$$

（3）式中的“vers”是一种三角函数的符号，这种函数叫做“正矢”，现已淘汰不用，因此，（3）式是求正矢的。

杜德美没有向梅穀成介绍这三个无穷级数展开式的来源，因此，梅穀成把它们通称为“西士杜德美法”。其实，它们中的（1）式是牛顿在1676年所创，（2）、（3）式是格雷戈里于1667年所创，它们是早期微积分学发展中的成果，为计算圆周率和三角函数值提供了新的算法。

杜德美只传入了这三个无穷级数展开式的结果，而没有介绍它们的推导过程与理论依据，梅穀成也没有对它们进行研究。

明安图青年时代曾与梅穀成一起工作，并且很可能与杜德美有所接触，因此他很早就知道了杜德美传入的3个公式。他怀疑杜德美有意保留了最主要的东西，于是他下决心揭示这些公式的“立法之源”。

明安图在钦天监的工作非常繁忙，除了我们前面介绍的情况之外，他在

1760年回到北京之后，稍事休整，又开始履行钦天监的工作。

1762年7—9月间，明安图和一些钦天监官员又陪同乾隆皇帝去热河，在热河期间恰好遇上日食，很长时间没有复圆，乾隆皇帝就问明安图“复圆时刻”，明安图与其他人立即进行了细心的推算，很快就算出结果来。

明安图从热河回来以后，又继续履行其钦天监的职务。

虽然明安图在钦天监的工作这样繁忙，但是，30多年以来，他在工作之余，还是不懈地致力于研究上述3个无穷级数展开式的证明方法，终于融会贯通了中国传统数学知识与刚刚传入的西方数学知识，结果不仅圆满地证明了这三个公式，同时还得到了另外6个公式，写出了《割圆密率捷法》的四卷草稿。

大约在1763年11月7日以后，明安图已经病危，准备托付后事。

明安图的儿子叫明新，字景臻，青年时代在钦天监当天文生，后来任“钦天监五官灵台郎”。他由于受到较好的教育，再加上长期工作锻炼，所以天文学、数学方面也有很好的造就。

明安图还有两个学生，一个叫张肱，字良亭，曾经在钦天监担任过夏官正职务。另一个叫陈际新，字舜五，在钦天监也担任过灵台郎，后来升任监正。他俩都精通数学，特别是陈际新为当时著名数学家，在天文学方面著有《北极高度表》一卷。

明安图把明新叫到病榻之前，把《割圆密率捷法》手稿交给他，并让他转嘱陈际新等人说：

这部手稿是《割圆密率捷法》。里边有圆径求周，弧背求弦，求矢三种方法，原来是西洋人杜德美所著，是古今没有的数学公式。本来向同行们公开，可惜只知道它们的结果而不清楚它们的来源，我怀疑杜德美有意保留了最主要的东西。我多年以来对它们进行了研究，只是没有完成这项工作。你和同行们一定要把它完成，这是我的一个志向啊。

明安图说完以后不久，就与世长辞了，享年约72岁。

七、《割圆密率捷法》的问世

陈际新遵照明安图的遗嘱，认真地整理了老师的遗著，在整理过程中经常与明新、张肱反复进行讨论，明新、张肱还帮助推算和校对，在1774年完成了《割圆密率捷法》这部著作。

明安图的《割圆密率捷法》由陈际新等人整理成书后，这部书稿被一个叫张敦仁的人收藏起来，没有刊印发行。当时反有抄本流行，首先是李潢（？—1811）、戴敦元（1773—1834）等数学家从陈际新处抄录副本。

1807年，著名数学家汪莱（1768—1813）在家乡安徽歙县参加考试，以优行第一的成绩考取了八旗官学教习。到北京后，他被选入国史馆参与纂修天文、时宪二志的工作。在此期间，他曾读到《割圆密率捷法》抄本。

1819年春，另一位数学家董祐诚（1791—1823）客居北京，常与秀水朱鸿讨论数学，朱鸿以《割圆密率捷法》的抄本出示给董祐诚，董祐诚据此撰写了三卷本的《割圆连比例图解》一书。

汪莱和董祐诚等人虽然看到《割圆密率捷法》原稿的抄本，却不知道此书是明安图所撰，而是笼统地冠以“杜氏九术”的名称。

1821年，罗士琳（1789—1853）又从戴敦元那里影抄一本，1839年岑建

功根据传抄本刊印出版，人们才了解到“杜氏九术”是明安图的成果，《割圆密率捷法》才得以广泛流传

八、《割圆密率捷法》的数学奥妙

明安图的《割圆密率捷法》究竟隐藏着那些数学奥妙呢？

《割圆密率捷法》共分4卷：

卷一《步法》：罗列出所得到的各无穷级数公式，其中公式(1)至公式(3)是杜德美传进来的三个级数，分别叫做“圆径求周”、“弧背求正弦”和“弧背求正矢”，这三个公式前边已经列出，这里不再重复。公式(4)至公式(9)是明安图发现的六个无穷级数。这些级数都是弧、弦和正弦之间的互求问题。这六个级数也各有名称。其中的“弧背”就是弧，“通弦”就是弧所对的弦。

(4) 弧背求通弦

$$C = 2a - \frac{(2a)^3}{4 \cdot 3!r^2} + \frac{(2a)^5}{4^2 \cdot 5!r^4} - \frac{(2a)^7}{4^3 \cdot 7!r^6} + \Lambda;$$

(5) 孤背求矢

$$b = \frac{(2a)^2}{4 \cdot 2!r} - \frac{(2a)^4}{4^2 \cdot 4!r^3} + \frac{(2a)^6}{4^3 \cdot 6!r^5} - \Lambda;$$

(6) 通弦求弧背

$$2a = c + \frac{c^3}{4 \cdot 3!r^2} + \frac{3^2 c^5}{4^2 \cdot 5!r^4} + \frac{3^2 \cdot 5^2 c^7}{4^3 \cdot 7!r^6} + \Lambda;$$

(7) 正弦求弦背

$$a = r \sin \frac{a}{r} + \frac{(r \sin \frac{a}{r})^3}{3!r^2} + \frac{1^2 \cdot 3^2 (r \sin \frac{a}{r})^5}{5!r^4} + \Lambda;$$

(8) 正矢求弧背

$$a^2 = 2 \left\{ r \frac{2r \text{vers} \frac{a}{r}}{2!} + \frac{1^2 (2r \text{vers} \frac{a}{r})^2}{4!} + \frac{1^2 \cdot 2^2 (2r \text{vers} \frac{a}{r})^3}{6!r} + \Lambda \right\};$$

(9) 矢求弧背

$$(2a)^2 = \left\{ r \cdot \frac{8b}{2!} + \frac{(8b)^2}{4 \cdot 4!} + \frac{1^2 \cdot 2^2 \cdot (8b)^3}{4^2 \cdot 6!r} + \Lambda \right\}。$$

如图1，式中r为圆半径，C为AD弧长，a为AC弦长，2a为AD弧长，b为BC矢长。

以上，与杜德美传进来的三个合起来共九个无穷级数，后人通称“九术”。

九术中以(1)，(2)，(3)，(7)，(8)这5个公式为主要

公式。如分别以弧度 $x = \frac{a}{r}$ 或 $x = 2 \text{vers} \frac{a}{r}$ 表示，则公式(2)，(3)，(7)，

(8)即可化为现在通用的三角函数幂级数展开式(其中(2)式前已列出，不再重复)：

$$\text{vers}x = \frac{1}{2}x^2 - \frac{1}{4!}x^4 + \frac{1}{6!}x^6 - \Lambda;$$

$$\text{asc} \sin x = 1 + \frac{1}{3!}x^3 - \frac{1^2 \cdot 3^2}{5!}x^5 + \frac{1^2 \cdot 3^2 \cdot 5^2}{7!}x^7 + \Lambda;$$

$$\left(\text{arcvers} \frac{x}{2}\right)^2 = 2 \left\{ \frac{1}{2}x + \frac{1^2}{4!}x^2 + \frac{1^2 \cdot 2^2}{6!}x^3 + \frac{1^2 \cdot 2^2 \cdot 3^2}{8!}x^4 + \Lambda \right\}.$$

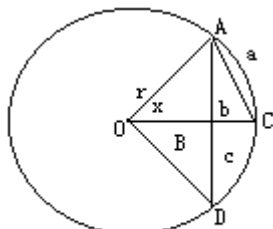


图4 弦矢关系示意图

明安图在叙述完了“矢求弧背”术之后，在结论中表述了一种以直线求圆线，以圆线求直线的思想，这种思想与西方的微积分具有相同的意义。这时西方的微积分还没有被译成中文，明安图是独立地接近了微积分。

卷二《用法》：是各公式在数学和天文学上的应用；

卷三、卷四《法解》：阐述各公式的证明方法。

证明上述九个无穷级数，需要进行极为复杂的数值计算，明安图是通过用三角变换的办法使计算简化。

明安图的三角变换方法，方便了论证，在中国数学领域中开辟了一条新的道路。

陈际新认为，明安图在杜德美所传无穷级数外独树一帜，深入地研究了无穷级数的展开，从而得到了优良的结果。

明安图在研究过程中，运用了严密的逻辑推理。他首先从“弧背求弦”问题入手，逐步进行研究。

明安图把任意一段圆弧分成若干分弧，寻找本弧通弦和分弧通弦的关系，创立了割圆连比例法和级数回求法这两种重要的数学方法，求得并证明了上述九个无穷级数。

明安图的“割圆连比例法”就是把任意弧九等分，根据等腰相似三角形对应边成比例的关系，得出一系列比例关系式，求出相应折线的长度，然后用折线逼近圆弧，从折线与弦矢的关系导出弧与弧矢的关系（见图 5），把“割圆连比例法”用于解决无穷级数的研究，是中国数学史上的创举。

明安图在推导求证过程中，动用并且发展了我国古代初步的极限概念。一方面，他肯定弓形中的弧是曲线，而弦是直线，曲线和直线总是有区别的，即使无限地分割下去，在极小的弓形中，弧也仍然是曲线，弦也仍然是直线，二者不能混同起来；另一方面又指出，对弦无限分割之后，弧和弦都变得极小而彼此接近，这样就可以从中得出彼此相求的方法。也就是说，他的具体运算的着眼点在于推算无穷级数的各项系数。

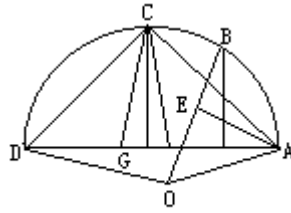


图5 割图连比例示意图

级数回求法是一种求反函数展开式的有效方法。明安图的工作在数学原理方面体现的是一种曲直互通的思想，体现的是从有限到无穷的认识上的飞跃。

明安图在求证上述公式中，想了许多办法，避免繁杂的数值计算，但是仍有相当多的计算，而且十分复杂，一般的是二三十位的数值计算，多的达到三十六七位数字，然而，他的计算能力却是相当强的。

九、明安图在中国近代数学史上的地位

明安图所提出的六个无穷级数中，有的是世界数学史上较早的记录，譬如公式(8)，在欧洲最早是由瑞士数学家欧拉(1707—1783)在1737年给伯努利(1700—1782)的一封信中提出来的，但直到1817年这一公式才由另外的人公开发表。明安图发现公式(8)几乎与欧拉同时，而又是独立发现的。

明安图在《割圆密率捷法》中提出了级数收敛的问题。关于级数收敛问题的考虑，在欧洲也刚开始，是当时一种很先进的思想，而正式的研究是欧拉和勾犀(1789—1857)开始进行的。

明安图用30年的辛勤劳动研究数学中的一个分支——无穷级数，撰成《割圆密率捷法》，用来解析出九个公式，并由连比例三角形入手，有所发现，取得成就。他的工作在我国数学领域中放有异采，他的数与形的结合，可以与欧洲人笛卡尔创立解析几何相媲美，他那种科学的，不辞辛勤劳苦的研究精神，很值得后人学习和表彰。

日本已故的数学史家三上义夫也曾称赞明安图说：

圆理发达是最紧要的事件，可以与西方的定积分相比，他的算法则始于所谓杜氏九术……可是虽然说是九术，实际只有三术，被梅穀成收录在《赤水遗珍》中，三术用无限级数，表示三角函数，虽然有相当于公式的结果，但不具备解释的方法。到蒙古族钦天监监正明安图，用三十多年的辛劳，才考证出解析的方法，而且又创造了六术。

英国的著名中国科技史专家李约瑟博士也对明安图的成就给予了较高的评价。

杰出的蒙古族科学家明安图把自己的一生献给了科学事业。他在继承和发展祖国传统文化的同时，积极吸收外国科学的长处，为丰富祖国科学文化宝库做出了不可磨灭的贡献。在当时清政府实行闭关锁国政策的历史条件下能做到这一点，是更加难能可贵的。

明安图在中国数学史上影响了董祐诚、项名达、戴煦(1805—1860)、徐有壬、李善兰(1811—1882)等一大批数学名家，创立了无穷级数研究的一个相当活跃的局面，人才辈出，成果累累。正是在明安图的影响下，中国学者在这一领域运用具有传统数学特色的方法，基本上解决了三角函数、对

数等初等函数的幂级数展开式问题，其中包含了某些微积分思想的萌芽，从而为顺利接受笛卡尔（1596—1650）、牛顿、莱布尼茨（1646—1716）创立的解析几何、微积分等近代数学知识，推动中国数学从常量数学到变量数学，从初等数学到高等数学的发展，奠定了重要的思想基础。

如前所述，董祐诚根据明安图的《割圆密率捷法》写成了《割圆连比例图解》。

《割圆连比例图解》共3卷，该书主要结果是4个展开式，即：

第一：有通弦，求通弧加倍几分之通弦；

第二：有矢，求通弧加倍几分之矢；

第三：有通弦，求几分通弧这一通弦；

第四：有矢，求几分通弧之一矢。

董祐诚用一种叫“连比例四率”的方法并结合中国传统数学的垛积求积术求得第一、第二两式，又以级数回求法求得第三、第四两式。

《割圆连比例图解》3卷在明安图的工作之后而在项名达（1789—1850）与徐有壬（1800—1860）的工作之前，有继往开来之功。

董祐诚的4个式子称为董氏四术，而明安图的9个式子称为明氏九术，董氏四术为明氏九术的“立法之源”，即由董氏四术可推得明氏九术。

项名达《象数一原》（1843）将董氏四术精确化并概括为二术。并在明安图的启发和影响下，进一步解决了椭圆形的周长计算问题，把我国古代传统的割圆术，发展到应用于椭圆的新高度。

徐有壬的代表作是《割圆八线缀术》4卷（其中有部分结果已在他的《测圆秘率》中发表）。

《割圆八线缀术》的主要内容是给出8线互求12式，大小8线互求18式总列于卷四。

徐有壬是在杜德美、明安图、项名达、李善兰的研究基础之上，求出 \sin 、 \cos 展开式的其余9式，即8线互求12式。

卷二是这8线12式的推导过程。

徐有壬还在董祐诚“董氏四式”的基础上给出大小8线互求18式。

卷三是大小8线互求18式的推导过程。

徐有壬称之为缀术的幂级数表示法是一个创新。

缀术以汉字数目字一、二、三等等表示率数，以侧书的汉字数目字表示级数各项的分母，以暗码表示分子，并按固定格式进行四则运算。

徐有壬的《割圆八线缀术》4卷是三角函数幂级数展开式传入中国以来该项研究的一个比较系统的总法。所给8线互求12式，大小8线互求18式，使得三角函数展开式大体完备。所创半符号式的缀术使得幂级数的表示得以简化，在微积分传入中国之前有积极作用并在中国数学史上产生一定影响。

戴煦（1805—1860）也有《割圆捷法》二卷。他一生的最后几年中，声名日著，已可与董祐诚、项名达、李善兰等人相提并论。

李善兰在他所著的《方圆阐幽》一书中，发明了尖锥术，具有解析几何的启蒙思想，得出了一些重要的积分公式，创立了二次平方根的幂级数展开式，各种三角函数，反三角函数和对数函数的幂级数展开式，这是李善兰也是19世纪中国数学界最重大的成就。

李善兰的尖锥理论，如果用最通俗的语言来表述，就是他首先把一个自然数 n 用一个平尖锥的图形来表示，如果这个数是一个平方数，就用一个立

尖锥来表示，如果这个数是一个立方数就用一个三乘尖锥来表示，但是，在表示乘方数的时候，尖锥的上面就由平体变成了凹形，乘方越多，凹的就越厉害。

然后，李善兰把这个尖锥体的乘方数 x^n 用线段来表示，把这个尖锥体迭积成 n 乘的尖锥面。这种尖锥面由相互垂直的底线、高线和凹向的尖锥曲线组成。乘数愈多，也就是说幂次愈高，尖锥曲线的凹就愈甚。

李善兰在《方圆阐微》中，还采用了一种叫做“分离元数”的方法，归纳出一个二项平方根展开式，然后在四分之一单位圆内应用尖锥术就可以计算出一个方内圆外尖锥的合积，从而获得圆周率 π 的无穷级数值。

李善兰还在《弧矢启秘》一书中，采用方内圆外的“截积”与尖锥合积的关系得到“正弦求弧背”，也就是反正弦的幂级数展开式，然后用直除、还原等方法得到其他很多的三角函数和反三角函数的幂级数展开式，特别是正切、正割、反正切、反正割的幂级数展开式是在中国首次独立地得到的。

李善兰又在他的《对数探源》一书中列出了 10 条命题，从各个方面描述对数合尖锥曲线的性质，然后，根据这些性质就可以得出对数的幂级数展开式的。

李善兰创立的尖锥面，是一种处理代数问题的几何模型。它由互相垂直的底线、高线和凹向的尖锥曲线组成。并且在考虑尖锥合积的问题时，也是使每个尖锥有共同方向的底线和高线。这样的底线和高线具有平面直角坐标系中的横、纵两个坐标的作用。

而且，这种尖锥面是由乘方数渐增渐迭而得。因此，尖锥曲线是由随同乘方数一起渐增渐迭的底线和高线所确定的点变动而成的轨迹。由于李善兰把每一条尖锥曲线看作是无穷幂级数中相应的项，这实际上就给出了这些尖锥曲线的代数表示数。

李善兰的尖锥求积术，实质上就是近代数学中的幂函数的定积分公式和逐项积分法则。

我们之所以在以上对董祐诚、项名达、戴煦、徐有壬、李善兰等人的数学成就作了简明的介绍，目的是说明明安图的数学思想，对我国 19 世纪数学发展有很大影响。

明安图的数学思想，最通俗地讲，就是在数学中应用解析法的思想。19 世纪，我国的数学家就是继续使用和发展了明安图的解析法。当时西方已经创造出了微积分，但是微积分还没有在我国流传。从明安图开始，到 19 世纪的数学家为止，我们是通过自己独立地数学研究获得了不少积分学方面的成果，形成了我们自己的学派的。

当然，从我国 19 世纪数学发展的总成果来说，还是比不了西方先进的数学的，但是，我们能够独立地进入近代的高等数学领域，是十分难能可贵的。

正是由于以上的事实，我们可以看出来，明安图在我国近代的数学史上，具有一种非常重要的地位。

明安图在他的《割圆密率捷法》一书中所取得的解析法的成就，如果我们打一个比喻，就好比在茫茫的荒野中种下了一棵树，当然，如果不断地给这棵树浇水、施肥，这棵树就会不断地长大，直至长成一棵参天大树。反过来说，如果没有人去理它，也许这棵树会慢慢枯萎、发黄，直至死去。

然而，既使一棵树苗长成了参天大树，但独木终不能成林，如果有人把树苗一棵棵不断地种下去，这个地方就会慢慢地从一片荒野变成一片郁郁丛

丛的大森林。

19 世纪，在我国数学领域内，就出现了这样的一片森林，但永远不要忘记，是明安图在数学解析法这片土地上，种下了第一棵树苗。

十、由明安图引起的反思

明安图对中国古代数学、天文学和地图测绘学都作出了杰出的贡献。

其实，早在明安图以前很久，数学、天文学和地图测绘学就在我国产生了。

商朝（公元前 16 世纪—前 8 世纪）时期，我国就产生了一个叫做“高”的数学家，因为他生在商朝，所以历史上把他叫做商高。商高在世界上首次提出了直角三角形各边的平方关系，后人称之为商高定理。在西方，大约在公元前 531 年，才由一个叫毕达哥拉斯（公元前 572—前 497）的人提出了同样的定理，西方人把它称之为毕达格拉斯定理。

商朝人已经具有了相当的天文知识。在甲骨文中，已有了鸟星、火星等星名。这两个星是测定春分和夏至季节的重要标志。还有关于日蚀、月蚀的记录，关于风、雨、云等记录，有了较完善的历法。

西周时期，在《诗经》中，已经有了火、箕、斗、牛等星宿的名称。

春秋时期，已有了冬至、夏至、春分、秋分、立春、立夏、立秋、立冬八个节气，并能准确地推算出冬至的日期。在《左传》中，已经有了我国最早关于冬至日的记录，出现了夏历。

战国时期，已有了角、亢、氐、房等二十八个星宿的名称，是我国最早的天文坐标图，是我国古代天文学研究的一项重大成就。公元前 4 世纪中期，魏国人石申夫作《石氏星经》，与他同时的楚国人甘德作《天文星占》，较精密地记录了黄道附近 120 个恒星的方位和这些恒星距北极的度数，并发现了金、木、水、火、土五大行星运行的规律。他们测定的关于恒星的记录，是世界上最古的恒星表。

西汉中期成书的我国古代第一部算学著作《周髀（bì）算经》使用了相当复杂的分数算法和开平方法，勾股定理，这部书是我国现存文献中最早引用勾股定理的著作。

东汉前期的《九章算术》标志着我国古代数学体系的形成，特别是书中的负数、分数计算，联立一次方程解法等，是具有世界意义的成就。

两汉时期，有了宣夜、盖天、浑天三种天体结构学说。特别是浑天说，对我国古代天文学的影响很大。

东汉时期，出现了张衡这样伟大的科学家，撰《灵宪》一书，比较正确地阐述了许多天文现象，作浑天仪、候风仪和地动仪，对我国古代科学发展作出了巨大的贡献。

公元 3 世纪的刘徽，在其《九章算术注》（263）中用割圆术来计算圆周率，推算出 $\pi = 3.1416$ ，把圆周率求到小数后第四位。

祖冲之（429—500）进一步求出圆周率 π 的值在 3.1415926 和 3.1415927 之间，并提出了 $\frac{22}{7}$ 的约率和密率 $\frac{355}{113}$ ，这个密率值要比欧洲早一千多年。

祖冲之编制的大明历，规定一年为 365.2428 天，是我国宋代《统天历》

(1199)以前最好的一个数据。

西晋的裴秀(224—271)在其《禹贡地域图序》中已提出了比例尺、方位,距离等“制图六体”,这些原则直到明末一直为我国制图者所遵循。

隋朝刘焯(544—610)造《皇极历》,是当时最精确的历法,确定岁差为76年差1度,已接近了准确值(83年),当时欧洲还采用100年差1度的数值。耿询造用水力推动的浑天铜仪,在马上使用的刻漏(计算时间的仪器)。

唐朝一行(683—727)在世界上第一次发现了恒星移动现象,比英国人哈雷(1656—1742)发现恒星移动几乎早一千年。他在河南实际测量地球子午线,算出每1度长351里80步,是世界上第一次实测子午线的记录。他同梁令瓚合作制成了水运浑天铜仪,是世界上最早的用机械转动的钟。他还编成了一部先进的历法——《大衍历》,后代修历大都仿效这部历法的格式。

元代的郭守敬(1231—1316)修成的《授时历》是中国古代最优良的一部历法,其所确定的一年为365.2425日,同现代通行的公历相同,但要比它早出三百年。

但是,到明清时期,我国的科学技术水平,在总体上却落到了欧洲的后面。

欧洲在文艺复兴时期,出现了一些像伽利略(1564—1642)这样伟大的科学家,特别是在17世纪,出现了牛顿以后,开始了真正的近代科学。

牛顿在力学方面,总结出机械运动的三个基本定律,发现了万有引力定律,创立了经典力学体系,正确地反映了宏观物体低速运动的客观规律,实现了自然科学的第一次大结合,是人类对自然界认识的一次飞跃。

牛顿在光学方面,创立了光的“微粒说”,在一定程度上反映了光的本性。

牛顿在热学方面,确定了冷却定律。

牛顿在数学方面,提出了“流数法”,建立了二项式定理,并和莱布尼茨几乎同时创立了微积分学,开辟了数学上的一个新纪元。另外,传入中国的杜德美的3个数学公式中,第一个“圆径求周”公式也是牛顿发现的。

等等,等等。

为什么明清时期,中国的科学技术会走向衰落,落后于西方呢?

这是因为,到明清时期,中国的封建制度本身已经走向衰落,它对生产力和科学技术的促进作用已经转化为阻碍作用。

明清时期,专制主义中央集权的封建国家制度已经走向它的反面,各种国家机器已经简单地成为一种纯粹的“执行”机器,一切听命于皇帝,军队的对外防御作用实际上已经减弱,主要成为对内镇压人民反抗的工具。实行特务统治和文字狱,用里甲制度进一步加强对人民的控制,用八股取士制度来加强对知识分子阶层的控制。

明清时期,儒家学说成为一种不是宗教的宗教,把人们的一切行为都严格束缚在“君君、臣臣、父父、子子”的封建纲常伦理道德之中,不许越雷池一步,把一切有悖于封建伦理道德的新思想、新学说、新观点都看成是“异端邪说”,加以贬斥,甚至由政府出面,实行文字狱。特别是排斥科学技术,把一切发明创造都看成是“奇技淫巧”,斥之为“不务正业”。其正业就是做八股文章,除此之外,知识分子别无它途。

明清明期,农业在整个国民经济中仍然占据绝对统治的地位。极其微弱

的资本主义萌芽受到封建统治的严重摧残，无法在短期内成长为参天大树。

由于以上原因，造成了明清时期中国的科学技术已经走向衰落，而西方的科学技术，则后来者居上，逐渐赶上和超过了中国的科学技术。

但是，明清时期的封建政府，在制定历法，绘制地图等重大事情中，还是需要科学技术，自己不行了，只有求助于国外，而某些西方传教士出于种种需要，也促进了西方科学技术向中国的传入。

从明朝中后期开始，一些西方传教士陆续来到中国，如利玛窦（1522—1610）、邓玉函（1576—1630）、汤若望（1592—1666）、南怀仁（1623—1688）、白晋（1656—1730）、雷孝思（1663—1738）、巴多明（1665—1741）和杜德美等。

对待这些西方来的传教士，以及他们带来的西方科学技术，在中国的统治阶级内部，态度是不一致的，譬如汤若望曾经被回回科秋官正吴明烜等人上疏参劾，将他逮捕下狱，幸免一死。

总的说来，康熙皇帝对待西方传教士的态度还是比较正确的。他对西方传教士带来的先进的科学技术，不是采取盲目排斥的态度，这在中国的封建皇帝中，是比较少见的。

杜德美来华后，曾受命主持过大地测量工作，他在地理学上的一大贡献，是与雷孝思一起证实了地球为扁圆形。在植物学方面，他对西洋参的发现起了重要作用。

杜德美向国传入了牛顿和格雷戈里的3个无穷级数公式，但是他只传入了结果，没有介绍它们的推导过程与理论依据，这可能是因为：

第一：杜德美有可能受到自己数学水平的限制，只知道它的结果，而不知道它的原因。

第二：杜德美可能知道它的推导过程和理论依据，但是，出于他“服务于皇上”的需要，他必须要“留一手”。

明安图是怀疑杜德美有所保留的，但是他能够用自己大半生的精力去研究这3个公式，不仅把这3个公式“破译”了出来，而且还研究出其它6个公式，这种正确对待西方先进科学技术的范例，难道不值得我们好好学习和借鉴吗？

现在，我们正在进行四个现代化的宏伟建设，也存在着如何正确对待西方先进科学技术的问题。

虽然我们经过多年的努力，在科学技术的发展方面取得了举世瞩目的巨大成就，但是，客观地说，和西方先进国家，譬如美国、日本等国，我们还是有一定差距的。这是客观现实，不容怀疑。对待西方的科学技术，我们不应该盲目排斥，要采取拿来主义的态度，为我所用。

然而，出于各种各样的原因，西方国家不会轻而易举地把他们最先进的科学技术全盘端给我们享用，我们也不应该有这种坐享其成的天真想法，这就需要我们发奋努力，不仅要掌握他们告诉我们的东西，也要通过努力，发现和掌握他们没有告诉我们的东西，并在此基础上创造出更先进的东西，这样，才能使我们在科学技术方面尽快地赶上和超过世界先进水平。

